CCME

Canadian Council of Ministers of the Environment

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement

PROCÈS-VERBAUX

COLLOQUE SUR LES DIOXINES QUÉBEC

Les 7 et 8 mai 1987

CCME-TS/TRE-025

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

PROCÈS-VERBAUX
DU COLLOQUE SUR LES DIOXINES
QUÉBEC

LES 7 ET 8 MAI 1987

ÉBAUCHE POUR APPROBATION

Conseil canadien des ministres de l'environnement
ISBN 0-919074-48-0

91-01568/

Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement

Colloque sur les dioxines

SOMMAIRE

Table des matières

	Page
Sommaire	i
Remerciements	vii
Introduction	1
SECTION 1 - PREMIÈRE SÉANCE PLÉNIÈRE - PRÉSENTATION DES ORATEURS	
Discours d'ouverture Jean-Pierre Gauthier, Ministère de l'Environnement du Québec	3
Dioxines - Aperçu Dr. Martin J. Boddington, Environnement Canada	6
Analyses des dioxines Helle Tosine, Ministère de l'Environnement de l'Ontario	19
Concentrations dans les tissus humains, les aliments et l'environnement Dr. Ross Norstrom, Environnement Canada	29
Les sources de dioxines - la combustion David Hay, Environnement Canada	53
Les sources de dioxines - les pesticides Lawrence McClelland, Agriculture Canada	61
Les sources de dioxines - les effluents et les déchets industriels et municipaux Murray Brooksbank, Environnement Canada	67
Épidémiologie et toxicologie des dioxines Dr. Andrew Gilman, Santé et Bien-être social Canada	73
Examen de la réglementation Dr. Brendan Birmingham, Ministère de l'environnement de l'Ontario	82
SECTION 2 - DEUXIÈME SÉANCE PLÉNIÈRE - RAPPORTS DES ATELIERS	
Rapport de l'atelier sur la technologie du contrôle Ron Gott, Ministère de l'environnement de l'Ontario Walter Giles, Ministère de l'environnement de l'Ontario Raynald Brulotte, Ministère de l'environnement du Québec	92
Rapport de l'atelier des normes Dr. Ivy Wile, Ministère de l'environnement de l'Ontario Victor Shantora, Environnement Canada	100
Regional Issues Dr. John Ward, B.C. Ministry of Environment	106
Atelier sur l'exposition du public Dr. Andrew Gilman, Santé et Bien-être social Canada Dr. Martin Boddington, Environnement Canada	113

SECTION 3 - RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS DES ATELIERS

Beverley Thorpe, Ministère de l'environnement de l'Ontario 120

APPENDICE I - LARGES EXTRAITS DES ARTICLES SOUMIS 127

APPENDICE II - LISTE DES PARTICIPANTS 171

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT
COLLOQUE SUR LES DIOXINES

Sommaire

Recommandation : Qu'un sous-comité sur les dioxines, du Comité consultatif sur les substances toxiques, soit créé afin d'élaborer un plan d'action composé des éléments suivants : une stratégie de communication; une aide aux provinces qui ont besoin de connaissances spécialisées dans le domaine de l'analyse et de l'évaluation; l'élaboration de normes de contrôle cohérentes tenant compte du cycle de vie et de l'approche multimilieu; enfin, un programme de recherche scientifique ciblé.

Introduction

Les 7 et 8 mai, le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE) a parrainé un colloque sur les dioxines à Québec. Soixante-et-un participants ont représenté les paliers scientifiques et décisionnels supérieurs des ministres du gouvernement fédéral et de huit gouvernements provinciaux concernés par les questions environnementales et de santé.

Objectifs du colloque

Le colloque avait quatre objectifs :

1. favoriser le partage des toutes dernières informations sur les dioxines;
2. définir les objectifs et les priorités communs pour une intervention gouvernementale au niveau national, régional et provincial;
3. élaborer un plan d'action qui soit acceptable par tous; et
4. définir la base d'une stratégie de communication sur les dioxines.

Structure du colloque

Le colloque commença par une séance plénière comprenant de brèves présentations qui passaient en revue le problème de dioxines en ce qui concerne les huit paramètres suivants : aperçu historique; le besoin de données analytiques fiables; connaissances actuelles sur les niveaux de dioxine chez l'homme et dans le milieu ambiant; sources actuelles de combustion; dangers présentés par les dioxines dans les pesticides; effluents industriels et municipaux en tant que sources de dioxines; effets toxicologiques de l'exposition aux dioxines et établissement de normes environnementales.

Suite à ces présentations, les participants se sont subdivisés en quatre groupes de travail : technologie de contrôle, questions régionales, exposition du public et normes.

On a demandé à chaque groupe de travail de discuter des priorités d'intervention dans cinq grandes catégories de questions : communications, questions régionales, réglementation, sciences et économie. Ces débats se sont déroulés tout au long de l'après-midi de la première journée et le matin de la deuxième. L'après-midi du 8 mai, les participants se sont de nouveau réunis en séance plénière pour résumer leurs conclusions.

Résultats du colloque

Le colloque a été couronné de succès, les participants ayant profité de l'occasion pour partager les toutes dernières informations disponibles au sujet des dioxines au Canada. Grâce à la structure du colloque (par groupes de travail), ils ont pu

définir de nombreux objectifs et priorités pour l'intervention, envisager les mesures à prendre avant de lancer un plan d'action détaillé pour la gestion future du problème des dioxines et fixer les bases d'une stratégie de communications qui contribuerait à la compréhension, par le grand public, des questions relatives aux dioxines. On en est également arrivé à la conclusion que, face aux très nombreuses questions qui exigent un examen plus détaillé, il serait prématuré de recommander actuellement un plan d'action à proprement parler, avant d'établir un sous-comité sur les dioxines.

Les sections II et III de ce compte rendu présentent des résumés complets des conclusions tirées par les groupes de travail sur la technologie de contrôle, les questions régionales, l'exposition du public et les normes. Les conclusions communes aux quatre groupes figurent dans le présent sommaire.

Conclusions des ateliers

Mise sur pied d'un sous-comité sur les dioxines relevant du CCST

L'examen des nombreuses priorités définies par les groupes de travail du colloque sur les dioxines a révélé qu'il fallait une coordination d'ensemble qui serait assurée au mieux par un sous-comité spécialisé. Ce comité pourrait assurer en temps utile une base coordonnée pour la gestion des dioxines au Canada; il pourrait déclencher une intervention sur les priorités communes des quatre groupes de travail, c'est-à-dire :

1. Priorités relatives aux communications

   Chaque groupe de travail a reconnu le besoin d'une stratégie de communications comportant de nombreuses initiatives :

- «communication des bonnes nouvelles» dans le cadre de comptes rendus réguliers sur l'état de l'environnement;
- diffusion de feuilles de données courantes et pertinentes du CCMRE concernant les dioxines;
- élaboration de feuilles de données supplémentaires pour rendre compte de l'état de l'environnement; et
- élaboration d'un réseau d'information national sur les ressources techniques, qui coordonnerait les renseignements régionaux afin que ces derniers soient cohérents, et fournissent les plus récentes informations scientifiques aux professionnels du gouvernement qui s'occupent de questions ayant trait aux dioxines.

2. Priorités régionales

Les participants au colloque étaient d'accord avec le groupe de travail sur les questions régionales pour reconnaître que de nombreuses provinces ne disposaient pas des connaissances techniques et analytiques suffisantes pour évaluer la gravité des problèmes relatifs aux dioxines. L'atelier estimait que le sous-comité sur les dioxines pourrait s'occuper de certains des problèmes connexes en :

- aidant les provinces à évaluer si elles ont un problème de dioxines;
- définissant les lacunes des procédés analytiques et en fixant des options pour les identifier; et
- en oeuvrant à l'élaboration de méthodes de contrôle de la qualité et de méthodes de détection efficaces et à faible

coût.

3. Priorités relatives à la réglementation

Les participants se sont déclarés d'accord sur le besoin de normes cohérentes, basées sur des contrôles mutimilieu axés sur le cycle de vie, conjointement à l'application prudente de mesures intérimaires telles que les plans d'action 2,4-D et PCB actuels et les codes nationaux pour la protection et la préservation des bois. Un sous-comité sur les dioxines commencerait à oeuvrer pour réaliser les objectifs suivants :

- l'adoption de normes nationales multimilieu pour le milieu ambiant;
- un système canadien de facteurs d'équivalence toxique (FET) uniques;
- des normes d'émission pour les incinérateurs; et
- l'incorporation des dioxines à la Loi sur le transport des marchandises dangereuses.

4. Priorités scientifiques

De l'avis des participants, même s'ils pouvaient identifier de nombreuses lacunes dans les connaissances scientifiques, il est peu probable que le Canada (ou d'autres pays) trouve les ressources suffisantes pour entreprendre toutes ces études. Par conséquent, ils ont recommandé que le sous-comité mette au point un plan d'action comprenant les coûts et l'échéancier pour traiter les questions suivantes :

- l'amélioration de la capacité d'analyse;
- combler les lacunes dans les données qui affectent la

capacité d'évaluer les risques d'exposition; et

- l'analyse des tendances environnementales.

5. Coûts et avantages économiques

Le colloque n'a pas traité en détails les coûts et les avantages économiques, cependant, les participants ont reconnu que les coûts économiques seraient très élevés si l'on donnait suite aux priorités. Ils ont enfin conclu qu'une recherche soigneusement ciblée permettrait de minimiser certains de ces coûts et que le CCMRE pourrait utilement coordonner ces efforts.

REMERCIEMENTS

Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement exprime ses sincères remerciements à tous ceux qui ont généreusement contribué de leur temps et de leur talent pour la réalisation de ce colloque.

Nous tenons à remercier tout particulièrement

- le comité d'organisation :

Gaston Paulin (Président)
Environnement Canada

John Ward
Ministère de l'Environnement
de la Colombie-Britannique

Martin Boddington
Environnement Canada

Leslie Whitby
Environnement Canada

Beverley Thorpe
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

- les orateurs :

Brendan Birmingham
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

David Hay
Environnement Canada

Martin Boddington
Environnement Canada

Laurence McClelland
Agriculture Canada

Murray Brooksbank
Environnement Canada

Ross Norstrom
Environnement Canada

Jean-Pierre Gauthier
Ministère de l'Environnement
du Québec

Helle Tosine
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

Andrew Gilman
Santé et Bien-être social
Canada

- Les présidents de séances :

Leslie Whitby
Environnement Canada

Beverley Thorpe
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

- les animateurs et rapporteurs du colloque :

Martin Boddington
Environnement Canada

Raynald Brulotte
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

Walter Giles
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

Andrew Gilman
Santé et Bien-Être social
Canada

Simon Godin
Ministère des Affaires
municipales et de
l'Environnement du
Nouveau-Brunswick

Ronald Gotts
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

Victor Shantora
Environnement Canada

John Ward
Ministère de l'Environnement
et des parcs de la
Colombie-Britannique

Ivy Wile
Ministère de l'Environnement
de l'Ontario

La liste complète des participants au colloque figure à l'appendice I.

INTRODUCTION

Les 7 et 8 mai 1987, un colloque sur les dioxines a eu lieu à Québec sous l'égide du Comité consultatif sur les substances toxiques du Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. Depuis 25 ans, ce conseil constitue une plate-forme intergouvernementale sans pareil pour le débat sur les questions de politique environnementale qui intéressent tous les participants - les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux.

Le Comité consultatif sur les substances toxiques a été créé en 1984 pour aider le Conseil à résoudre les problèmes de gestion des substances toxiques. Puisque la contamination par les dioxines et les furannes constitue un élément majeur de ce problème, un groupe de travail «ad hoc» du Comité consultatif a organisé le colloque en vue d'atteindre quatre grands objectifs :

- promouvoir le partage intergouvernemental des renseignements les plus récents sur les dioxines;
- définir les objectifs et priorités communs pour l'intervention des gouvernements aux paliers national, régional et provincial.
- préparer un plan d'action relatif aux dioxines qui soit acceptable pour tous les gouvernements membres.
- définir les bases d'une stratégie de communications nationale sur les dioxines.

Ces procès-verbaux reflètent le déroulement du colloque. L'appendice I comprend les extraits complets de tous les documents de travail préparés à l'avance et distribués aux participants avant le colloque.

Le colloque commença par une séance plénière (section 1) composée de brèves présentations techniques qui ont passé en revue le problèmes des dioxines sous huit aspects différents :

- un aperçu historique des principaux incidents internationaux ayant entraîné une prise de conscience publique et scientifique du problème des dioxines;

- le besoin de données analytiques fiables sur lesquelles on puisse fonder l'évaluation des risques, et les contraintes techniques qui affectent la production de telles données;
- les connaissances actuelles des niveaux de dioxines chez l'homme, dans la chaîne alimentaire, la faune et le milieu ambiant;
- les diverses sources de dioxines provenant de la combustion et les efforts actuels pour minimiser les émissions de dioxines à partir de la combustion;
- les efforts fédéraux visant à définir puis à réduire les dangers présentés par les dioxines dans les pesticides;
- les effluents et déchets industriels et municipaux en tant que sources de dioxines;
- les effets toxicologiques connus de l'exposition aiguë et à long terme aux dioxines;
- l'approche multimilieu pour établir des normes environnementales.

Suite à la première séance plénière, les participants se sont divisés en quatre groupes de travail sur les normes, la technologie de contrôle, l'exposition du public et les questions régionales. Par l'intermédiaire d'animateurs et du personnel ressource, on a demandé à chaque groupe de proposer des conclusions et des priorités d'intervention dans les domaines des communications, des questions régionales, des règlements, des sciences et de l'économie.

Les conclusions finales de chaque groupe de travail ont été présentées à la deuxième séance plénière (section 2).

À l'instar du colloque, les procès-verbaux se terminent par un énoncé sommaire présenté par Beverley Thorpe, présidente de séance.

SECTION 1

PREMIÈRE SÉANCE PLÉNIÈRE - PRÉSENTATION DES ORATEURS

DISCOURS D'OUVERTURE

Jean-Pierre Gauthier
Sous-ministre adjoint
Ministère de l'Environnement du Québec

Madame la présidente, mesdames et messieurs, je vous souhaite la bienvenue à Québec pour cette importante réunion sur les dioxines et les furannes.

Nous avons aujourd'hui une meilleure compréhension de ces substances toxiques que l'on retrouve partout dans l'environnement. Nous savons également que, même à des concentrations négligeables et apparemment inoffensives, ces substances méritent une évaluation sérieuse. Le problème, bien sûr, est qu'une fois produites, ces substances sont extrêmement stables et s'accumulent progressivement dans l'environnement.

Comme il a déjà été dit, cette rencontre se tient sous l'égide du Comité consultatif sur les substances toxiques, du Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement. Le Conseil a vu le jour il y a un plus de 25 ans en tant que plate-forme intergouvernementale unique, où les dix provinces et le gouvernement fédéral sont assis à la table du conseil sur un pied d'égalité. Les gouvernements territoriaux y assistent également. La présidence fait l'objet d'une rotation parmi les gouvernements membres; pour 1986-87, la présidence incombe au Québec.

Le conseil lui-même est composé de ministres, principalement des ministres chargés de l'environnement. L'accent est placé sur des questions de politique choisies pour débat lors de chaque réunion annuelle. On met l'accent sur la consultation et la discussion afin de mieux cerner les principaux problèmes et les options disponibles.

Le Comité consultatif sur les substances toxiques a été créé après l'assemblée annuelle du conseil en 1984, alors que, parmi les principaux sujets de discussions, figuraient la question essentielle de la gestion des substances toxiques et l'inquiétude

croissante des Canadiens face à ces substances.

Malgré sa relative jeunesse, le Comité consultatif a contribué à apporter des résultats dans de nombreux domaines : examen d'ensemble des PCB, planification des activités dans le domaine de la gestion des déchets dangereux, examen des problèmes concernant les pesticides et recherche de l'acceptation par le public, diffusion d'informations et de connaissances relatives aux substances toxiques.

Le Comité consultatif sur les substances toxiques a mis sur pied des groupes de travail affectés à des tâches précises, dont un groupe de travail «ad hoc» pour revoir et analyser la question des dioxines et des furannes au Canada, et pour définir et proposer une liste des actions prioritaires à entreprendre.

Le groupe de travail «ad hoc» a été mis sur pied au printemps 1986, avec un président provenant du Québec et des membres provenant de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et du gouvernement fédéral. Ayant rédigé plusieurs rapports sur les dioxines et les furannes, il a également planifié et préparé le présent colloque, justifié par la situation fondamentale suivante :

L'étendue du leadership mondial du Canada, les connaissances et l'effort scientifique canadien dans le domaine des dioxines ne sont pas bien connus du public canadien. Il faut que les gouvernements fédéral et provinciaux du Canada présentent au public des informations cohérentes et détaillées sur nos réalisations dans ce domaine.

Il faut également coordonner toutes les connaissances et tous les renseignements détenus par les organismes gouvernementaux responsables au Canada. Selon une étude récente sur les travaux actuellement en cours sur les dioxines au Canada, le niveau annuel de dépenses serait actuellement de 9 millions de dollars.

J'aimerais ajouter quelques mots concernant les objectifs fixés pour ce colloque.

Nous espérons que ce colloque vous permettra de cerner le niveau de connaissances actuelles sur les dioxines et les furannes

et de préciser les secteurs ou les régions où il existe des niveaux dangereux de ces substances toxiques dans l'air, dans l'eau, dans le sol ou dans les aliments. En disposant de ces renseignements, vous aurez une idée d'ensemble du problème et vous pourrez alors définir les interventions prioritaires dans les domaines de la gestion technique et environnementale.

À mon avis, le format «colloque» est particulièrement adapté pour atteindre les objectifs fixés. Ce matin, nous entendrons des comptes à jour provenant d'experts dans les divers domaines et secteurs où les dioxines et les furannes posent un problème et un défi potentiels : les perspectives mondiales et canadiennes, les problèmes d'analyse, les niveaux rencontrés dans de nombreux milieux, les sources, les effets sur la santé humaine et les approches de réglementation. Cette après-midi et demain matin, quatre ateliers séparés feront appel à vos connaissances afin que vous suggériez des orientations futures concernant les normes, la technologie de contrôle, l'exposition du public et les questions régionales. On vous demandera également d'indiquer les interventions à achever, à continuer ou à lancer, ainsi que leur ordre de priorité. Les résultats de vos délibérations seront présentés lors de la dernière séance plénière demain après-midi, où j'espère voir se réaliser un consensus global.

Au nom du Comité consultatif sur les substances toxiques, j'aimerais conclure en vous remerciant sincèrement d'être venus ici nous faire profiter de vos connaissances personnelles, afin que l'on puisse contrôler et gérer le problème des dioxines et des furannes en faisant appel aux meilleurs moyens possibles. Je suis certain que les efforts conjoints de tous nos gouvernements produiront d'importants résultats qui viendront s'ajouter à ceux déjà obtenus par le comité.

Je vous remercie tous de votre participation et je vous souhaite un séjour agréable à Québec.

DIOXINES - APERÇU

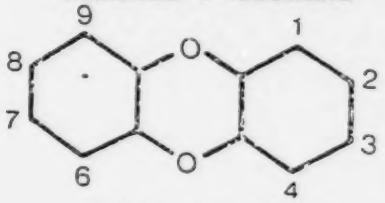
Docteur Martin J. Boddington
Directeur, biotechnologie
Conservation et protection
Environnement Canada

Il m'incombe aujourd'hui de vous présenter un tour d'horizon couvrant les 40 dernières années et de vous exposer un peu toute la question des dioxines.

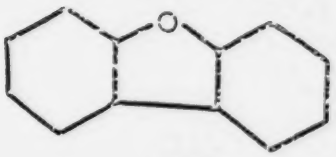
Commençons par examiner ce qu'est une dioxine, du point de vue chimique. Il y a deux anneaux de benzène - dibenzo, reliés par deux oxygènes - dioxine, dans la position para - dibenzoparadioxine (figure 1).

FIGURE 1

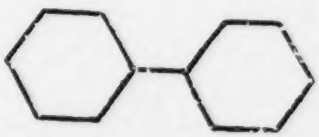
Dibenzo-P-dioxine



Dibenzofuranne



PCB



Phénol

On peut ajouter du chlore à n'importe laquelle des positions numérotées. Il peut y avoir un chlore (mono), jusqu'à huit chlores (octa-dioxine) et l'on peut avoir toute combinaison entre les deux : di - 2, tri - 3, tetra - 4, penta - 5, hexa - 6 et hepta - 7 chlores. En réalité, on peut ajouter des atomes de chlore à la structure fondamentale de 75 manières différentes et c'est ainsi que l'on obtient 75 dioxines différentes. La dioxine la plus courante est celle où il y a du chlore aux positions 2,3,7 et 8, ce qui donne le tétrachloro-2,3,7,8 dibenzoparadioxine, ou TCDD.

Les dibenzofurannes s'apparentent de près aux dioxines. Là encore c'est dibenzo, c'est-à-dire deux anneaux de benzène, liés cette fois par un seul oxygène; voilà la structure des furannes.

Nous pouvons intervenir et enlever un oxygène pour laisser un seul pont entre deux anneaux de benzène. Cela s'appelle du biphényle, et si les biphényles sont chlorés, on a le biphényle polychloré, c'est-à-dire le PCB.

Un seul anneau de benzène hydraté avec un OH constitue la structure de base des phénols. Cette structure peut comporter des atomes de chlore dans différentes positions. Vous entendrez parler des trichlorophénols, pentachlorophénols, et ainsi de suite.

C'est la toxicité du dioxine qui en a fait une question si brûlante (figure 2). Examinons donc les dioxines par rapport à la toxicité d'autres poisons bien connus, comme le botulisme, le tétanos et la diphtérie. Ces derniers sont bien plus toxiques : dix millions, un million, mille fois plus toxiques que le 2,3,7,8-TCDD. Mais le curare, la strychnine et le cyanure, des poisons tout aussi connus, sont beaucoup moins toxiques que la dioxine : jusqu'à cent mille fois moins toxique que cette dernière. Il s'agit donc d'une molécule assez toxique; c'est pourquoi les scientifiques s'inquiétaient dès l'instant de la découverte des dioxines en 1968.

FIGURE 2

TOXICITÉ RELATIVE DE CERTAINS POISONS
(d'après Esposito et al, 1980)

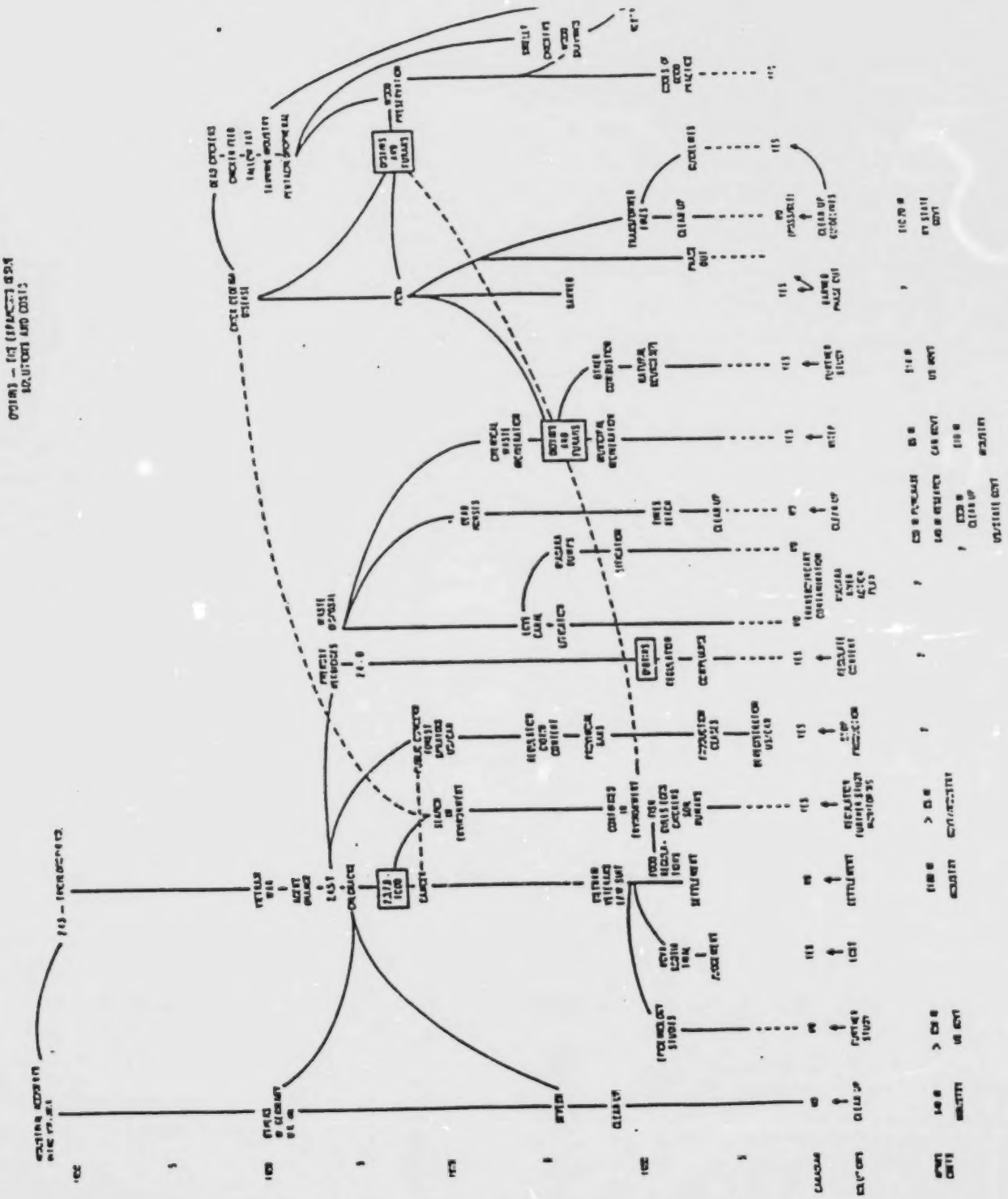
TOXINE	LÉTALITÉ RELATIVE
Botulinum	10 000 000
Tétanos	1 000 000
Diphtérie	1 000 000
2,3,7,8-TCDD	1
Curare	1/100
Strychnine	1/1 000
Cyanure	1/100 000

Comment devrions-nous examiner certaines questions qui nous ont amené à la situation actuelle? En l'absence d'un point de départ unique, j'ai choisi plusieurs points de départ différents pour vous présenter l'éventail de questions (figure 3).

Les herbicides phénoxydes sont un groupe de composés que je n'ai pas mentionnés encore. Cette gamme de pesticides a été découverte en 1942. Puisqu'ils agissent comme les hormones des plantes, il suffit d'en pulvériser une quantité suffisante sur une plante pour que celle-ci accélère sa croissance au point où elle se détruit elle-même, ce qui était très bien pour contrôler les mauvaises herbes. Cependant, on s'en est servi au Vietnam comme défoliant afin que l'ennemi ne puisse pas se cacher dans la forêt. Le composé utilisé s'appelait l'Agent Orange, un mélange de deux herbicides phénoxydes différents : le 2,4,5-T (acide trichlorophénoxyde-acétique) et 2,4-D. Lors des tests routiniers effectués par la Dow Chemical pour vérifier la sécurité du composé 2,4,5-T, on avait trouvé que ce mélange déclenchait chez le lapin une maladie appelée la chloracné. Sous sa forme mineure, la chloracné entraîne l'apparition de nombreux petits points noirs sur le visage ou la partie supérieure du corps, tandis que sous sa forme grave, elle peut entraîner la formation de grosses pustules

ou furoncles. Pourquoi donc, la 2,4,5-T cause-t-elle la chloracné? La réponse, enfin découverte en 1968, était le 2,3,7,8-TCDD.

FIGURE 3



Ce problème est resté d'actualité pendant très longtemps au cours des années 1970. On fit beaucoup de recherches et le grand public exprima de nombreuses inquiétudes à ce sujet au cours de cette période. Par contre, l'aspect concernant la guerre du Vietnam s'est prolongé jusque dans les années 80, car les vétérans de cette guerre, inquiétés par leur exposition à la 2,4,5-T pendant la guerre du Vietnam, avaient fini par intenter des procès à huit compagnies chimiques. Vers 1985, ces procès ont été réglés à l'amiable pour 180 millions de dollars. L'une des conséquences de ce procès américain a été le procès mené en Nouvelle-Écosse par le juge Nun, où les demandeurs étaient des groupes environnementalistes qui essayaient d'empêcher une compagnie forestière d'utiliser la 2,4,5-T pour limiter la croissance des arbustes. Les demandeurs ont connu un échec dans le cadre de ce procès. Actuellement, l'Association des pulvérisateurs de dioxine a intenté un procès à la Dow Chemical au Michigan cette année. Voici donc l'aspect juridique des dioxines.

Le rapport entre les produits phénoxylalcanoïques et l'Agent Orange et la 2,4,5-T n'était pas dû uniquement à la guerre du Vietnam mais aussi à leurs utilisations en Amérique du Nord. La pulvérisation de produits au-dessus des forêts était devenue l'une des grandes questions politiques parce qu'on utilisait le 2,4,5-T et le 2,4-D pour enrayer la croissance des buissons dans les forêts. Il y eu un incident particulièrement important : des ménagères de l'État de l'Oregon pensaient qu'il y avait dans leur région plus de fausses-couches que la normale; alors elles avaient fait des statistiques sur les fausses-couches et fait beaucoup de publicité sur leurs constations. L'analyse scientifique n'a pas justifié leurs constatations, mais à ce moment-là la cause de la pulvérisation forestière était déjà fortement atteinte et une réglementation suivit rapidement après en ce qui concerne la quantité de 2,3,7,8-TCDD autorisée dans les herbicides phénoxylalcanoïques.

Cependant, la réglementation ne fut pas suffisante. Le

2,4,5-T était déjà en voie de disparition. Plusieurs provinces avaient commencé à en interdire l'emploi, notamment la Colombie-Britannique et la Saskatchewan. En Ontario, Bill Davis avait affirmé qu'il ne voulait pas perdre une élection pour un produit chimique. Finalement, on arrêta la production. Je pense que la dernière compagnie qui en fabrique encore se trouve en Nouvelle-Zélande. Le Canada a décidé de ne pas réenregistrer le 2,4,5-T en 1985 et son utilisation est donc devenue effectivement illégale à compter du 1er janvier 1986.

Ce rapport entre le 2,4,5-T et la 2,4-D, qui, comme je l'ai déjà dit, composaient le mélange appelé Agent Orange, ne fut vraiment découvert qu'au cours des années 1980, où Agriculture Canada a identifié non pas le 2,3,7,8-TCDD mais d'autres dioxines dans la 2,4-D. La réglementation fut adoptée presque immédiatement, et nous avons maintenant un bon niveau de conformité avec cette réglementation sur la 2,4-D, qui est, je pense, la seule au monde.

Les produits de départ pour les herbicides phénoxylalcanoïques étaient les trichlorophénols, qui allaient être associés par la suite à de nombreux problèmes. Le 2,4,5-Trichlorophénol était vendu comme rince-bouche et était appelé TCP en Grande-Bretagne. Ce produit fut responsable de nombreux accidents industriels. La réaction comporte une partie instable; si elle n'est pas contrôlée et si toutes les soupapes ne fonctionnent pas comme prévu, l'usine explose. La première usine explosa en 1947 à Nitro, en Virginie, et l'un des originateurs des dioxines, Susskind, surveille encore aujourd'hui une étude épidémiologique des personnes exposées lors de cet accident.

Il y a eu plusieurs autres accidents entre les années 1950 et 1970, au Royaume-Uni, en Allemagne, au Pays-Bas ... une quinzaine en tout. Le plus fameux se produisit en 1977 à Seveso, près de Milan, en Italie, où une vaste région autour de l'usine a été contaminée. De nombreux animaux sont morts suite à l'accident et beaucoup d'autres ont dû être tués. Le Pape avait accordé une

dispense autorisant les femmes enceintes vivant dans la région à se faire avorter; en fait, le Pape revint peu après là-dessus, bénissant la terre et la déclarant complètement sûre. Hoffman-LaRoche dépensa 70 millions de dollars pour nettoyer la région. Il en résulta un énorme dépotoir ressemblant au grand O de Montréal, rempli de sol contaminé.

À Seveso et sur les lieux de nombreux autres accidents, la chloracné fut le seul effet humain observé. La chloracné représente le lien entre les symptômes que les scientifiques ont constatés chez les animaux et chez l'homme.

L'hexachlorophène est l'un des autres produits du trichlorophénol qui a été associé à ces accidents. L'hexachlorophène était précisément, si vous vous en souvenez, la bande de couleur rouge du dentifrice Signal. C'est un désinfectant que l'on utilisait surtout au département maternité des hôpitaux. Après la mort de quelques bébés suite à l'exposition à l'hexachlorophène, on a sévèrement limité les utilisations de ce produit. L'hexachlorophène existe toujours dans certains savons utilisés aujourd'hui, particulièrement les savons pour personnes allergiques.

L'autre problème lié au trichlorophénol était les déchets, car ces derniers contenaient du 2,3,7,8-TCDD. Le plus célèbre incident lié aux dioxines-déchets provenant des trichlorophénols fut celui de Love Canal. On oublie souvent aujourd'hui qu'il s'agissait là d'un incident mettant en jeu des dioxines. L'un des principaux résultats scientifiques de l'incident de Love Canal était en fait l'élaboration de lignes directrices sur l'exécution des tests de mutagénicité. Un certain nombre de maisons ont été évacuées en raison des études de mutagénicité effectuées par un groupe environnemental. Cependant, une fois que les scientifiques ont obtenu les données nécessaires, les préoccupations au sujet de la mutagénicité se sont révélées sans fondement. Par la suite, on a émis une série de directives pour bien effectuer ces études afin que les gens sachent s'ils étaient en danger ou pas.

Le nettoyage de Love Canal a fait l'objet d'un litige et d'autres dépotoirs de Niagara (Hyde Park, S Street, 102nd Street) font également l'objet de litiges. L'attention que les médias y ont consacré a entraîné un plan d'action signé cette année par les quatre grands participants : les États-Unis, New York, le Canada et l'Ontario.

L'autre problème concernant les décharges a été longtemps connu, dans les cercles scientifiques, comme celui des «manèges», et ce parce que les déchets d'une usine fabriquant de l'hexachlorophène avaient été mélangés à des huiles, y compris des huiles au PCB, puis utilisés par un pulvérisateur afin de fixer la poussière sur les routes. Il s'agit là d'une pratique courante. Cela se fait dans votre propre communauté, si vous avez des routes non pavées. Ces huiles usées étaient également pulvérisées dans les manèges afin d'abattre la poussière et un certain nombre de chevaux sont tombés malades; quelques uns sont morts; des enfants sont tombés malades. Cela prit longtemps pour découvrir la raison pour laquelle ces chevaux étaient morts. Cette question fut un sujet d'actualité au Missouri et au Kansas pendant très longtemps, jusqu'à vers la fin de 1983 - début de 1984. C'est alors qu'il y eut une inondation dans une région appelée Times Beach; toute la localité fut contaminée et dut être évacuée. Les travaux de nettoyage sont encore en cours à cet endroit. Le coût d'achat des terrains a été d'environ 30 millions de dollars; le coût de l'effort scientifique s'est chiffré à environ 40 millions de dollars, et le nettoyage finira probablement par coûter autour de 300 millions de dollars.

Les chlorophénols et de nombreux produits chlorés résultent de l'effort que font les compagnies chimiques pour utiliser le chlore. Elles ont pris le sel et ont enlevé le sodium. Le sodium sert à faire des alcalis et, en fait, les inspecteurs de chloralcalis étaient l'une des premières formes de protection environnementale en Angleterre et, je pense en Amérique du Nord. Le résultat final, c'est énormément de chlore.

Les compagnies chimiques étaient souvent situées au-dessus d'une mine de sel et pendant longtemps elles se servaient des mines pour se défaire des déchets. On s'en est rendu compte lors de l'incident de la rivière St. Clair. Dow (à Sarnia) utilisait ses mines de sel pour se défaire de ses déchets. Cela avait inquiété Dow au Michigan, où ils avaient installé un incinérateur de produits chimiques dès le début des années 1970 afin de ne pas avoir à enterrer les déchets dans la mine de sel. Sans vouloir trop colorer l'histoire, Dow constata que les niveaux de fond dans leur usine étaient très supérieurs à ce qu'ils auraient considéré comme normal, et la compagnie attribua cela à la combustion. Elle formula une hypothèse -- hypothèse Dow -- intitulée «théorie de la chimie en traces du feu» et publiée en 1976. Cela créa une controverse scientifique énorme à l'époque. Personne n'y crut. Tout le monde dit qu'il s'agissait d'un «écran de fumée» lancé par Dow pour dissimuler ses problèmes chimiques.

En 1980, l'incinération des ordures ménagères était reconnue comme une source majeure de dioxines dans l'environnement. Cela entraîna la mise sur pied, au Canada, du Programme national d'évaluation des essais d'incinérateurs, qui est probablement l'un des programmes de pointe, au niveau mondial, sur la manière dont on doit s'occuper des incinérateurs municipaux. Ce programme aura pour résultat, l'année prochaine, un plan d'action pour le contrôle optimal du problème.

L'idée de la combustion sensibilisa les gens au fait que d'autres choses, une fois brûlées, produisaient des dioxines : les PCB par exemple. Les PCB ne produisent pas de dioxines eux-mêmes : ils produisent des furannes. Mais lorsque les PCB sont mélangés à des produits comme les huiles minérales ou les chlorobenzènes, qui sont des substituts des PCB, ils produisent effectivement des dioxines. L'incinération des PCB, tant dans les incinérateurs mobiles que dans les transformateurs des immeubles, représente aujourd'hui un problème dans certaines régions. Il y a eu un grand incendie à San Francisco et un autre à Binghampton, dans l'État de

New York, où tout un immeuble a dû être évacué : je pense qu'il n'a pas encore été réoccupé.

En plus de l'incinération des ordures ménagères, il y avait de nombreuses autres sources d'incinération, comme les hôpitaux. L'année prochaine, vous allez voir les résultats de travaux de recherche allemands sur les moteurs diesel, qui les préoccupent beaucoup. Aciéries : là encore, il y aura des données provenant cette fois-ci de Suède. Incendies de forêt : on a toujours supposé qu'il s'agirait là d'une source possible. Personne n'a jamais fait des tests là-dessus mais nous savons, à partir des niveaux de fond historiques précédant l'industrialisation, que l'apport des incendies de forêt n'est probablement pas aussi important que celui de l'industrialisation et de l'industrie chimique.

Pour les personnes intéressées, les cigarettes produisent des dioxines mais elles produisent également bien d'autres choses et cela ne vaut probablement pas la peine qu'on les considèrent séparément.

L'autre grande ligne de produits chimiques est le pentachlorophénol. L'inclusion du pentachlorophénol dans la question des dioxines remonte au dépérissement d'un certain nombre de poulets aux États-Unis. Leur mort a pu être attribuée aux aliments qu'ils avaient mangés. Du suif, sous-produit du tannage, avait servi à enrichir leur nourriture. Or, les tanneries utilisaient du pentachlorophénol. En 1968, à peu près au même moment où l'on identifiait le 2,3,7,8-TCDD, la teneur en dioxines et en furannes du pentachlorophénol a été déclarée la cause de la mort de ces poulets, qui s'était produite dix ans plus tôt, car il avait fallu tout ce temps pour en déterminer la cause. Les volailles avaient été atteintes de la maladie oedémateuse des poussins, qui fait gonfler les tissus par l'absorption d'une quantité excessive d'eau. On savait que la maladie oedémateuse des poussins était également causée par le PCB.

On utilise le pentachlorophénol surtout pour la préservation du bois. Ce n'est que récemment qu'on a parlé dans

les journaux de la préservation du bois; heureusement, nous avons pu élaborer, au Canada, des codes de bonne pratique pour l'industrie avant que le domaine ne devienne controversé.

Le pentachlorophénol a également entraîné un autre incident au Québec, incident que j'appellerais celui des «poulets malodorants»; cette fois-ci, ils ne sont pas morts, mais ils sentaient mauvais. Cela s'est produit parce que le pentachlorophénol se transforme naturellement en un autre composé, le chloranisol, qui sent très fort. Une compagnie qui préparait des plats à emporter, ayant reçu de fournisseurs plusieurs poulets qui sentaient mauvais, avait recherché la cause de cette odeur. On en attribua la cause au pentachlorophénol, provenant cette fois-ci des copeaux de bois, sous-produit de l'industrie de la préservation du bois. Ces copeaux sont vendus aux fermiers pour servir de litière aux poulets et aux porcs.

Par conséquent, Agriculture Canada imposa plusieurs restrictions d'utilisation autour de 1981. Cependant, certains s'inquiètent peut-être encore qu'il risque d'y avoir un problème associé avec l'emploi de ces copeaux.

Bien que ce soit là les différentes filières et les différentes recherches que l'on a suivies ou effectuées, le gros problème a été ce que l'on a trouvé dans l'environnement. Vers 1970, on s'est rendu compte que les PCB, les dioxines et les furannes causaient la chloracné et la maladie oedémateuse des poussins, et les scientifiques ont commencé à chercher ces composés dans l'environnement. En l'absence de méthodes appropriées, il a fallu dix ans pour les mettre au point. Même en 1970, ils savaient qu'ils devaient déceler des parties par billion afin de pouvoir dire que les niveaux de ces composés étaient significatifs.

Au cours des années 1970, on a fait de nombreuses constatations faussement positives, ce qui a beaucoup inquiété les médias. Les dioxines sont passées dans le vocabulaire courant pendant cette période. Lorsqu'on disposa enfin de méthodes analytiques vers la fin des années 1970, on trouva des dioxines

dans toute une gamme de produits, telles que les oeufs de mouettes argentées, les poulets, le poisson, le porc, l'homme, l'eau potable, les aliments et le lait maternel. Toutefois, le nombre de sources potentielles était devenu si vaste qu'il était impossible de savoir quelle source (les phénoxydes, les chlorophénols, les PCB, la combustion ou - plus récemment - les pâtes et papiers) contribuait le plus à la contamination de l'environnement.

La figure 3 résume le problème des dioxines. Il y a environ 20 questions distinctes, coûtant beaucoup de millions de dollars. On pense effectivement que nous entamons notre deuxième milliard, ce qui comprend la recherche, la compensation, la pertes de produits et la perte de temps par les experts, comme aujourd'hui, dans le monde entier.

Les dioxines ont beaucoup contribué au développement des sciences de l'environnement en général, ainsi qu'à des domaines précis comme la chimie analytique, l'analyse des risques et l'épidémiologie. Elles ont bouleversé la science, mais elles ont également bouleversé le droit et la gestion. Nous savons que nous pouvons limiter les dégâts dans certaines situations grâce à de bonnes communications, mais il faut surtout une intervention claire et coordonnée. Nous avons résolu de nombreux problèmes, mais il ne faudrait pas se faire des illusions : d'autres problèmes nous attendent. Quelles seront ces problèmes? Quelles seront nos stratégies à y opposer? Quelles sont les solutions? Quelles sont les voies que nous prévoyons d'emprunter au cours des cinq prochaines années? C'est ce que j'espère que vos deux journées de délibérations aideront à résoudre.

ANALYSES DES DIOXINES

Helle Tosine
Directeur, Services de laboratoire
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

Les chimistes analytiques, dans le domaine des dioxines et des dibenzofurannes, doivent produire des données pour tous les divers programmes : pour les gens qui s'intéressent aux tissus adipeux humains, aux émissions provenant des incinérateurs, aux poissons, à l'eau, aux décharges de produits toxiques. Nous devons pouvoir fournir les données et les données doivent être de bonne qualité.

Aujourd'hui, j'aimerais vous donner un aperçu rapide du processus d'analyse. Ensuite, je préciserai certaines des faiblesses de ce processus, puis je discuterai de l'état actuel de la capacité analytique.

Afin de comprendre comment nous analysons les dioxines, il faudrait savoir que nous traitons un total de 210 types différents de dioxines et de furannes. Nous ne devons pas nécessairement être capables de les identifier tous; généralement, environ 12 des produits les plus toxiques suffisent. Le problème est que nous devons pouvoir séparer ces composés d'une variété d'autres produits organiques dans un échantillon.

Nous y parvenons grâce au spectromètre de masse. On bombarde l'échantillon avec des électrons, ce qui produits des ions qui se déplacent vers un analyseur et un détecteur. Le détecteur produit un imprimé informatique basé sur sa lecture du poids moléculaire de l'échantillon.

La tétrachlorodioxine a un poids moléculaire de 322. Une dioxine comportant cinq atomes de chlore aura un poids moléculaire différent, et ainsi de suite.

Cependant, la dioxine n'est pas la seule chose au monde qui ait un poids moléculaire de 322. On trouve généralement toute une gamme d'autres composés associés aux dioxines, tels que les DDT, DDE, l'un des PCB (l'heptachlorobiphénile), un chlore séparé des

molécules de PCB et la tétrachlorodioxine. Tous ces produits ont un poids moléculaire d'environ 322. Le défi est alors de savoir séparer les dioxines de tous les autres produits organiques et des autres produits chimiques ayant le même poids moléculaire.

Nous devons d'abord prendre un échantillon et en extraire tous les produits organiques, puis éliminer toute interférence par la dioxine pour enfin l'analyser par la méthode de spectrométrie de masse.

Pour les échantillons comme le poisson, on dissout le tissu du poisson dans de l'acide, qui prend une coloration pourpre. Lorsqu'on agite l'échantillon le lendemain, les produits organiques vont dans la phase organique, la phase supérieure; nous enlevons cette phase. On place dans une cartouche quelque chose de solide, comme un échantillon d'incinérateur. Le solvant circule à travers cet échantillon et distille, les produits organiques se retrouvant au fond.

On procède à la concentration des produits organiques, puis on les soumet à la chromatographie sur colonne. C'est un matériau d'emballage d'un type spécial, conçu pour retenir certains produits organiques plus longtemps que d'autres. Les produits organiques extraits sont placés au sommet. Certains de ces produits restent coincés dans la colonne plus longtemps que d'autres. On ajoute des solvants différents, et le résultat est que les PCB sortent d'abord, puis les dioxines, puis le DDE. C'est une forme de séparation très primitive. Nous faisons cela avec quatre types de remplissage différents. Normalement, l'analyste a besoin de huit jours de travail pour passer d'un échantillon solide à un solvant organique qui contient des dioxines. C'est un procédé long et complexe. Le problème est que nous avons eu à adapter le type de remplissage pour différents types d'échantillons. Ainsi, par exemple, pour le poisson, le remplissage doit pouvoir retenir les graisses. Pour les échantillons d'incinérateurs où il n'y a pas de graisses, il doit retenir d'autres types de produits organiques. Il faudrait évidemment chercher à trouver un absorbant de type

universel pouvant servir à séparer n'importe quel type d'échantillon.

En fait, ce travail se fait par lots, car nous ne traitons pas une colonne à la fois; généralement, nous traitons 13 à 15 échantillons à la fois. Nous avons des méthodes spéciales pour les sols, les sédiments, l'eau de surface, l'eau potable et les formulations chimiques telles que le 2,4-D ou le 2,4,5-T. Nous examinons les échantillons d'incinérateurs, ce qui va dans l'incinérateur ainsi que ce qui en sort; les sites de déchets dangereux, l'air ambiant et les aliments. La capacité d'analyser des échantillons pour ces types d'échantillons est précisée dans la littérature.

Après la chromatographie sur colonne, nous avons environ 10 à 25 microlitres d'extrait de l'échantillon. Nous avons réussi à nous défaire d'autant de PCB que possible et nous avons quelque chose qui contient surtout des dioxines et/ou des dibenzofurannes. Nous injectons 2 microlitres de cet échantillon dans un spectromètre de masse, puis nous examinons chacun des signaux décelés par l'ordinateur et nous décidons de quel produit chimique il s'agit et de sa quantité.

Par exemple, nous avons le logiciel nécessaire pour élargir la zone de détection des pentadioxines pour voir si le rapport entre les signaux est correct. Nous disposons d'un critère très long et compliqué, et si l'échantillon correspond à ce critère, on en fait l'identification positive comme une pentadioxine ou pentafuranne.

Dans le cas des échantillons de poissons, nous avons essayé d'obtenir un logiciel qui améliorerait la production et la lecture des données mais il n'a pas encore très bien fonctionné. Ce type d'intelligence artificielle coûte généralement pas mal d'argent. Nous oeuvrons encore dans ce sens.

L'analyste met quelque huit jours pour effectuer le gros du nettoyage et environ trois à cinq jours pour faire les confirmations par spectrométrie de masse. Mon laboratoire au

ministère de l'Environnement analyse quelque 1 200 à 1 500 échantillons de dioxines par an. Ces analyses coûteraient environ 1 000 $ à 1 500 $ l'échantillon si nous les faisions faire par un laboratoire privé, ce qui serait très onéreux.

Je pense qu'il conviendrait de mentionner l'effort d'assurance de la qualité que l'on doit consacrer à la production de ces données afin qu'elles soient vraiment fiables. Ainsi, quand nous affirmons qu'il s'agit de 5 parties par billion, c'est vraiment 5 parties par billion.

Pour l'assurance de la qualité, il faut savoir quelles sont la précision et l'exactitude des données et si, oui ou non, les données représentent bien la vraie valeur de l'échantillon. Est-ce 5 parties par billion, ou alors 6,5; ou est-ce 5 plus ou moins 2,5? L'échantillon est-il une représentation fidèle de l'ensemble? Lorsque nous allons prélever un échantillon d'eau potable, que devons-vous faire pour être absolument certain que cet échantillon est effectivement ce que les gens boivent, en moyenne, et que cet échantillon est lui-même homogène?

Par exemple, pour le Programme national d'essai et d'évaluation des incinérateurs, nous avons analysé les ordures allant dans un incinérateur à équilibrage total de masse. Afin de produire un échantillon homogène, nous avons dû créer un protocole très compliqué en prenant divers gros morceaux de tous les déchets, nous avons subdivisé cela, nous avons pris de faibles quantités de la partie subdivisée, nous avons encore subdivisé cela pour enfin moudre le tout; c'était une procédure très compliquée.

Deuxième exemple : pour la Stratégie industrielle municipale de l'Ontario dans le cadre du programme de contrôle permettant de surveiller les effluents à la sortie des canalisations, on doit pouvoir préciser les données avec certitude. Le chimiste analytique doit collaborer avec l'ingénieur ou l'échantillonneur afin d'élaborer un protocole d'échantillonnage détaillé.

Je vais maintenant examiner toutes les matrices décrites

antérieurement et préciser la situation dans chacun de ces domaines, pour chacune des matrices au Canada. Cela permettra de mettre en évidence les secteurs où il y a du travail à faire.

Je pendrai quelques minutes pour décrire exactement ce que je veux dire, en utilisant, à titre d'exemple, les protocoles d'échantillonnage de l'eau potable. En collaboration avec Santé et Bien-Être social Canada, le ministère de l'Environnement de l'Ontario analyse l'eau potable pour y déceler les dioxines depuis novembre 1985. Nous avons dû mettre au point un protocole grâce auquel, lorsque nous analysons l'eau potable et l'eau de source, nous sommes sûrs que la même masse d'eau non traitée est passée par l'usine de traitement des eaux et que nous examinons en réalité précisément la même eau, d'abord non traitée, ensuite traitée.

De plus, lorsque nous devions nous rendre sur le terrain, nous devions nous assurer que l'air dans l'usine de traitement n'influait pas sur les données, que les dioxines décelées dans l'eau traitée ou non ne provenaient pas de l'atmosphère.

Nous avons introduit dans la méthode d'échantillonnage un élément que nous avons appelé des «témoins extérieurs», où nous amenions sur le terrain de l'eau distillée très pure et nous la version d'un contenant à un autre pour exposer cette eau à l'air et à l'environnement l'analysant ensuite comme témoin extérieur. Nous avions tout fait en de multiples exemplaires. Pour tester une usine de traitement des eaux, nous analysions en réalité 130 litres d'eau pour obtenir un seul point de données. Cela prenait beaucoup de temps. On voit tout de suite qu'il faudrait ici s'efforcer de trouver une méthode à la fois meilleure et plus rapide.

Pour le protocole d'analyse de l'eau potable, il y a des problèmes parallèles au laboratoire : s'assurer que l'on a des témoins de laboratoire, que l'on n'est pas en train de contaminer l'échantillon avec les récipients utilisés ou l'environnement du laboratoire; s'assurer que les données obtenues proviennent effectivement de l'échantillon lui-même.

On peut réaliser une assurance supplémentaire de la qualité des données en procédant à de fréquentes comparaisons interorganismes : lorsque nous publions des données pour l'eau potable, pouvons-nous comparer nos chiffres directement à ceux de l'État de New York ou de la Environmental Protection Agency américaine? Leurs protocoles sont-ils les mêmes? Pour ce faire, nous devons effectuer des comparaisons interorganismes. Le Dr Ryan de Santé et Bien-Être social a effectué une telle comparaison pour les poissons il y a de nombreuses années, où il avait envoyé des échantillons de poissons à de nombreux organismes, et a reçu des données en retour. Maintenant, nous pouvons dire que nos données peuvent se comparer à celles de l'État de New York. Pour toutes les matrices que j'ai déjà évoquées, nous avons besoin d'une telle comparaison interorganisme.

Nous devons être pouvoir analyser les 12 isomères toxiques. Les États-Unis ont concentré leurs efforts exclusivement sur le 2,3,7,8-TCDD; cela ne suffit plus aujourd'hui. Nous devons pouvoir faire davantage. Nous avons besoin de plus de données, nous en avons besoin rapidement, nous devons analyser une vaste gamme de matrices, et nous devons limiter les coûts.

Alors, où en sommes-nous au Canada? En ce qui concerne l'eau potable, nous nous débrouillons assez bien ici. Actuellement, nous sommes la seule nation au monde qui analyse l'eau pour y déceler les dioxines. Nous avons l'échantillonnage et les protocoles analytiques assez bien en main. Nous avons besoin de plus de comparaisons interorganismes. Nous en avons fait bon nombre entre le ministère de l'Environnement et Santé et Bien-Être social Canada au début du programme. Les données avaient l'air très bien, parfaitement comparables. La détection est adéquate, ayant atteint 1 partie par 10^{15}; elle pourrait être un petit peu meilleure. Je veux dire par là que nous devons aller en dessous de 1 partie par 10^{15} pour pouvoir dire que cette concentration est bonne. Nous sommes incapables actuellement d'analyser pour trouver des dérivés toxiques. Au lieu de cela,

nous détectons l'ensemble des groupes de dérivés.

Lorsque nous fournissons des données, nous parlons des pentadioxines totales ou des pentafurannes totales. Nous aimerions bien pouvoir dire qu'il y a une quantité «X» de 1,2,3,7,8-pentafurannes ou pentadioxines en particulier.

L'analyse est très lente. Nous nous efforçons actuellement de l'accélérer et d'en réduire le coût, qui est très élevé.

Émissions d'incinérateurs :

Nous avons effectué un grand nombre de comparaisons interorganismes, et je pense que les protocoles d'échantillonnage et d'analyse des laboratoires canadiens rivalisent avec les meilleurs au monde. La détection est adéquate parce que nous trouvons toujours des niveaux significatifs de dioxines dans les incinérateurs.

Nous devons également faire des efforts dans le domaine des groupes de dérivés toxiques. Aujourd'hui, comme je l'ai déjà mentionné, nous analysons des groupes complets de dérivés. Il est impossible d'améliorer le volume de traitement et la rapidité du point de vue analytique, et je pense que le coût restera le même.

Tissus biologiques :

Nous avons beaucoup de travail dans ce domaine. Les tissus biologiques qui nous intéressent comprennent le lait maternel, les tissus adipeux, les poissons, les palourdes. Les protocoles d'analyse sont assez bons dans ce domaine également. Quand aux comparaisons interorganismes, nous avons fait beaucoup de travail avec la Food and Drug Administration américaine dans le domaine des poissons, et je sais que le Dr Ryan a effectué des comparaisons interorganismes dans le domaine des tissus adipeux. La détection est également bonne. Un effort est nécessaire en ce qui concerne le volume et la rapidité; dans la plupart des matrices, c'est là qu'est le problème, ainsi que dans la réduction des coûts.

Eaux de surface et effluents :

Il s'agit là d'un soutien à notre programme ontarien pour la Stratégie industrielle municipale de surveillance des effluents.

Au Canada, nous n'avons pas beaucoup oeuvré dans ce domaine parce qu'on s'est relativement peu préoccupé de ce sujet. Le ministère a effectué surtout des comparaisons interorganismes avec les États-Unis pour les régions de Hyde Park et Love Canal.

Déchets dangereux :

Le ministère a collaboré avec l'État de New York et la EPA pour traiter quelques échantillons de la région de Hyde Park/Love Canal, dénommés déchets NAPL (non-aqueous phase liquid = liquide en phase non aqueuse). Dans un échantillon, nous avons obtenu 7,6 parties par milliard, tandis que l'État de New York en obtenait 7,8; ces données sont donc assez comparables. Nous avons fait beaucoup de travail dans ce domaine. Un effort s'impose également dans le domaine des isomères spécifiques car nous ne produisons actuellement que des groupes complets de dérivés.

Sols et sédiments ;

Les travaux que nous avons effectués ici sont relativement infimes comparativement à ce que les Américains ont fait pour la région de Times Beach. En Ontario, les travaux concernant les sols et les sédiments s'orientaient avant tout vers la surveillance des incinérateurs. Nous travaillons actuellement sur les précipitations toxiques; nous examinons les pluies toxiques et l'effet sur les sols et les sédiments. Là encore, il faut faire un effort de comparaison interorganisme et dans le domaine des dérivés toxiques.

Air ambiant :

La EPA américaine a effectuée quelques travaux très limités dans ce domaine; la méthode est assez nouvelle. L'Ontario se lance à peine dans ce domaine. Je pense que nous avons traité quelques six échantillons. Nous en sommes donc au stade initial de développement.

Aliments :

En collaboration avec Santé et Bien-Être social, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario et le ministère de l'Environnement de l'Ontario participent à un

programme qui examine le régime alimentaire quotidien en Ontario. Le protocole d'analyse pour ce programme particulier est très solide, mais les protocoles d'échantillonnage pourraient être améliorés. Le problème ici est qu'il faut pouvoir retrouver la source précise de chaque substance. Nous avons essayé de nous faire une idée générale pour savoir s'il y avait vraiment un problème avec les aliments. On a effectué très peu de travaux interorganismes sur cette question. Un effort s'impose une fois de plus pour les dérivés toxiques, et c'est une analyse assez coûteuse. Nous pouvons réaliser des améliorations dans ces deux domaines.

Le tableau 1 est tiré d'un document qui avait réuni tous les programmes de recherche des pays de l'OTAN. La Suède et le Japon n'y figurent pas, bien qu'ils fassent beaucoup de travaux dans ce domaine. Ce sont là les meilleurs renseignements disponibles, bien qu'ils incluent uniquement ceux qui ont répondu au questionnaire. On peut voir cependant que, au Canada, nous sommes à un bon niveau de dépenses en ce qui concerne le développement analytique. Nous avons 16 projets documentés auprès de l'OTAN, c'est dire que nous faisons beaucoup d'efforts dans ce domaine. Nous sommes aussi en tête du peloton dans d'autres domaines, tels que l'incinération des ordures ménagères, mais il y a également des domaines exigeant plus d'efforts.

Pour nous résumer, les chimistes analytiques doivent consacrer du temps à améliorer la capacité d'analyse des sols et des sédiments, des effluents et des eaux de surface, des déchets dangereux et de l'air ambiant. Il se pourrait que le sol et les sédiments ne représentent pas un problème au Canada; nous ne le savons pas encore.

Du côté positif, nous sommes leaders mondiaux pour ce qui est des méthodes d'analyse biologique, de l'eau potable et des émissions d'incinérateurs. Toute dernièrement, parce qu'aucun travail n'a été fait dans le domaine, nous sommes également leaders mondiaux dans l'analyse alimentaire. Nous disposons d'une capacité

d'analyse pour une vaste gamme de matrices, la détection étant acceptable ou adéquate pour la plupart de ces matrices..

Dans quels domaines faut-il un effort supplémentaire? Nous avons besoin de plus de comparaisons interlaboratoires. Nous avons besoin de matériels de référence standard, tels qu'un type de cendres volantes d'incinérateur qui soit quantifié de manière à ce que nous puissions l'utiliser comme une norme de comparaison, afin de vérifier, au fil du temps, si nos méthodes restent adéquates. Il nous faut un meilleur échantillonnage statistique, une meilleure idée si notre échantillonnage est vraiment représentatif du problème. Il nous faut davantage de données plus rapidement : nous devons automatiser les choses, et il nous faut un meilleur nettoyage, une meilleure séparation par interférence, une méthode plus facile de traiter les échantillons. Nous devons avancer dans le sens d'une identification des dérivés toxiques et nous devons vraiment essayer de baisser les coûts pour pouvoir produire davantage de données.

J'espère vous avoir donné un aperçu valable des défis à relever en chimie analytique, de notre situation dans le monde et des secteurs où un effort supplémentaire s'impose.

CONCENTRATIONS DANS LES TISSUS HUMAINS, LES ALIMENTS ET L'ENVIRONNEMENT

Dr Ross Norstrom
Chef, Section de la chimie de l'environnement
Centre national de recherches sur la faune
Environnement Canada

Il m'incombe aujourd'hui une tâche impossible : j'essaierai de traiter la question des dioxines dans absolument tout. Cependant, je me limiterai essentiellement au Canada puisque c'est là notre intérêt principal et que nous disposons de beaucoup de données sur ce pays.

Mon co-auteur est Jake Ryan de Santé et Bien-Être social, qui m'a fourni certaines de ses données sur les niveaux chez l'homme.

Les positions substituées 2,3,7,8 tant dans les dibenzofurannes polychlorées (PCDF) que dans les dibenzo-p-dioxines polychlorées (PCDD) sont les positions les plus importantes. Puisqu'il y a 135 PCDF et 75 PCDD, il pourrait être très difficile de faire une interprétation toxicologique d'une analyse. Dans la pratique, il y a seulement 17 dérivés qui ont une substitution 2,3,7,8, ce qui élimine un grand nombre de composés de la palette toxicologique primaire qui nous intéresse.

Nous avons également des informations sur la toxicité relative, provenant surtout d'essais in vitro, mais aussi d'un nombre croissant d'essais in vivo. Nous savons que les PCDD sont plus toxiques que les PCDF et que, à mesure que l'on ajoute des chlores à la molécule, la toxicité à tendance à diminuer. Donc, en réalité, nous nous intéressons aux dioxines et furannes 2,3,7,8 substituées, moins chlorées, qui sont au nombre de 12.

Le sommaire des sources majeures (tableau 1) a pour but de vous indiquer l'origine éventuelle des choses.

Ce sont là les principales sources possibles dans l'environnement, puisqu'il s'agit de produits chimiques ou de

RÉGION	É.-U.		ALLEMAGNE		CANADA		PAY-BAS		ITALIE		GRANDE-BRETAGNE		NORVÈGE	
	#	$	#	$	#	$	#	$	#	$	#	$	#	$
Études Surveillance	6	4 841	5	1 985	15	2 632	7	193	-	-	2	460	1	70
Évaluation des risques Toxicité	12	16 849	3	795	6	387	2	197	4	678	-	-	-	-
Formation Nettoyage	14	13 082	9	6 455	6	561	1	40	2	116	-	-	-	-
Incinération municipale	-	-	7	3 993	5	4 967	1	645	-	-	-	-	-	-
Destin/transport environnemental	10	4 227	-	-	5	354	-	-	1	53	-	-	-	-
Mise au point analytique	2	590	-	-	16	1 865	1	40	-	-	1	250	1	30
Synthèse normes	1	180	-	-	2	72	-	-	-	-	-	-	-	-
Propriétés phys/chim.	1	40	-	-	1	16	-	-	-	-	-	-	-	-
Divers	-	-	1	171	3	311	-	-	1	60	-	-	-	-
	46	39 809	25	13 399	59	11 165	12	1 115	8	907	2	710	6	100

processus très utilisés et qu'ils risquent donc de contribuer fortement à l'environnement.

Le pentachlorophénol est un produit chimique utilisé dans le monde entier pour le traitement du bois et à d'autres fins. Il contient surtout des PCDD et de PCDF non toxiques, mais il contient aussi des niveaux assez élevés de hexa PCDD toxiques (tout au moins, certaines vieilles formulations en contenaient).

TABLEAU 1

SOMMAIRE DES PRINCIPALES SOURCES

SOURCE	PCDD		PCDF	
	TOXIQUES	NON TOXIQUES	TOXIQUES	NON TOXIQUES
PENTACHLOROPHÉNOL	++ (6 Cl)	+++	-	++
2,4,5-TRICHLORO-PHÉNOL	+++ (4 Cl)	+	-	-
PCB (AROCLORS)	-	-	+++ (4-6 Cl)	++
COMBUSTION	++ (4-6 Cl)	++	++ (4-6 Cl)	++

REMARQUE : La combustion comprend tout processus mettant en jeu une source de chlore, par exemple l'incinération des ordures ménagères et la combustion d'essence avec des agents de nettoyage chloroéthanés.

Il est bien sûr notoire que le 2,4,5-trichlorophénol a contenu du 2,3,7,8-TCDD.

On a démontré que les mélanges de PCB (Aroclors)

contiennent quelques parties par million de tétra- à hexa-PCDF. Les PCB ne contiennent pas de dioxines, à moins qu'on ne les brûle.

Enfin, la combustion est, bien sûr, la source découverte le plus récemment. C'est une source de nombreux PCDD et PCDF différents, où les isomères toxiques ne sont généralement pas les plus importants du groupe; cela a entraîné une certaine difficulté lorsqu'il s'agit d'interpréter les conséquences environnementales.

Comme l'indique le tableau 2, dans l'air nous trouvons typiquement autour d'un demi-picogramme de PCDD par mètre cube, ce qui représente 10^{-12}, c'est-à-dire très peu de chose, bien que cela soit mesurable avec les techniques d'analyse actuelles.

TABLEAU 2

NIVEAUX ET SOURCES DE PCDD ET PCDF DANS LE MILIEU AMBIANT

ENVIRONNEMENT	NIVEAU AMBIANT MOYEN (SOURCE PRÉSUMÉE)	
	PCDD TOTAL	PCDF TOTAL
AIR	0,5 pg/m^3 (COMBUSTION)	0,3 pg/m^3 (COMBUSTION)
PARTICULES DANS L'AIR	1 pg/m^3 (COMBUSTION)	0,01 pg/m^3 (COMBUSTION)
PLUIE	60 pp 10^{15} (COMBUSTION)	10 pp 10^{15} (COMBUSTION)
EAUX DE SURFACE	1 pp 10^{15} (INCONNU)	1 pp 10^{15} (COMBUSTION)
SÉDIMENTS :		
(Grands Lacs, lacs suisses)	2 pp 10^9 (COMBUSTION, CHLOROPHÉNOL)	0,1 pp 10^9 (COMBUSTION, AROCLORS)
(Le Rhin)	3 pp 10^9 (CHLOROPHÉNOL)	1 pp 10^9 (CHLOROPHÉNOL)

Dans les particules, spécialement pour les dioxines plus fortement chlorées, on trouve des niveaux un peu plus élevés.

La pluie contient 60 à 10 parties par 10^{15}, parce qu'elle lessive ces produits; elle a donc tendance à contenir des niveaux plus élevés que les eaux de surface, qui contiennent généralement moins de 1 partie par 10^{15} de dioxines, qu'il s'agisse d'une dioxine particulière ou d'une combinaison de dioxines.

Les sédiments ont fait objet d'études dans plusieurs régions. Mises à part les régions fortement contaminées contenant des sources connues de dioxines et de furannes, le niveau habituel est d'une partie par milliard ou une fraction d'une partie par milliard, surtout des dérivés plus fortement chlorés et généralement attribués à la combustion.

Plus récemment, des spécialistes se sont penchés attentivement sur chaque isomère de certaines de ces fractions. En Allemagne, Hagenmaier a conclu que la plupart des PCDD qu'il voit dans les sédiments du Rhin et du Neccar ainsi que de plusieurs autres rivières d'Allemagne proviennent en fait de chlorophénols.

On voit donc s'établir une concurrence entre la combustion et les chlorophénols en tant que sources présumées des PCDD et PCDF effectivement retrouvés dans l'environnement.

Le tableau 3 présente les résultats de quelques-unes des toutes dernières analyses effectuées par le Service canadien de la faune. En Colombie-Britannique, nous avons trouvé du 2,3,7,8-TCDD dans l'hépatopancréas de crabe parce que le crabe a tendance à accumuler plus de PCDD que la plupart des animaux. Cependant, le muscle de la jambe, c'est-à-dire la partie comestible, n'en comportait aucune trace. La plupart des poissons comestibles ont fait preuve de niveaux inférieurs au seuil de détection. Par contre, nous avons constaté que le héron bleu, un oiseau local qui mange des poissons, était passablement contaminé à certains endroits. En fait, la population de hérons de la Colombie-Britannique a probablement le niveau global de PCDD le plus élevé que nous ayons jamais vu dans la faune canadienne.

TABLEAU 3
NIVEAUX DE 2,3,7,8-TCDD DANS LA FAUNE AU CANADA

RÉGION	ANNÉE	ESPÈCES	TISSU	NIVEAU ($PP10^{12}$)
C.-B.	1984	CRABE DUNGENESS	HÉPATOPANCRÉAS	2 - 3
			MUSCLE DE LA JAMBE	2
	1986	HÉRON BLEU	OEUF	3 - 170
	1985	SOLE ANGLAISE	TOTALITÉ	2
	1985	SAUMON ROSE	TOTALITÉ	2
MANITOBA	1981	GREBE	OEUF	17
ONTARIO	1986	MOUETTE ARGENTÉE	OEUF	15 - 65
	1986	ÉPERLAN	TOTALITÉ	2 - 7
	1976	SAUMON COHO	OEUF	42
	1985	TORTUE	FOIE	32 - 107
QUÉBEC	1986	HÉRON BLEU	OEUF	4 - 17
	1982	ANGUILLE	MUSCLE	2 - 23
NOUVEAU-BRUNSWICK	1982	VISON	FOIE	2
	1982	MOUETTE ARGENTÉE	OEUF	7
NOUVELLE-ÉCOSSE	1982	AIGLE	OEUF	11 - 13
TERRE-NEUVE	1971	AIGLE	OEUF	21
T.N.-O.	1982	OURS POLAIRE	FOIE	2 - 20

Divers échantillons d'autres oiseaux et animaux aquatiques qui mangent des poissons, prélevés un peu partout au Canada révèlent généralement une valeur inférieure à 100 parties par billion. En Ontario, il s'agit d'échantillons des Grands Lacs où il existe des sources connues.

Nous venons tout juste d'analyser les oeufs d'une population non résidante de hérons bleus au Québec. Les niveaux étaient très inférieurs à ceux constatés en Colombie-Britannique. Nous avons examiné les visons, animal qui mange des poissons, dans les régions du Nouveau-Brunswick où de la 2,4-D était pulvérisée, en pensant que nous pourrions peut-être y retrouver les dioxines particulières qu'on y avait pulvérisées. Hors, nous ne les avons pas décelées. Cependant, des animaux très en amont de la chaîne alimentaire aquatique, comme les ours polaires dans l'Arctique et

les aigles contiennent en fait des niveaux mesurables de 2,3,7,8-TCDD et peut-être un tout petit peu d'octadioxines, mais rien d'autre. Il s'agit ici d'une situation très bizarre, mais l'ubiquité du 2,3,7,8 est évidente.

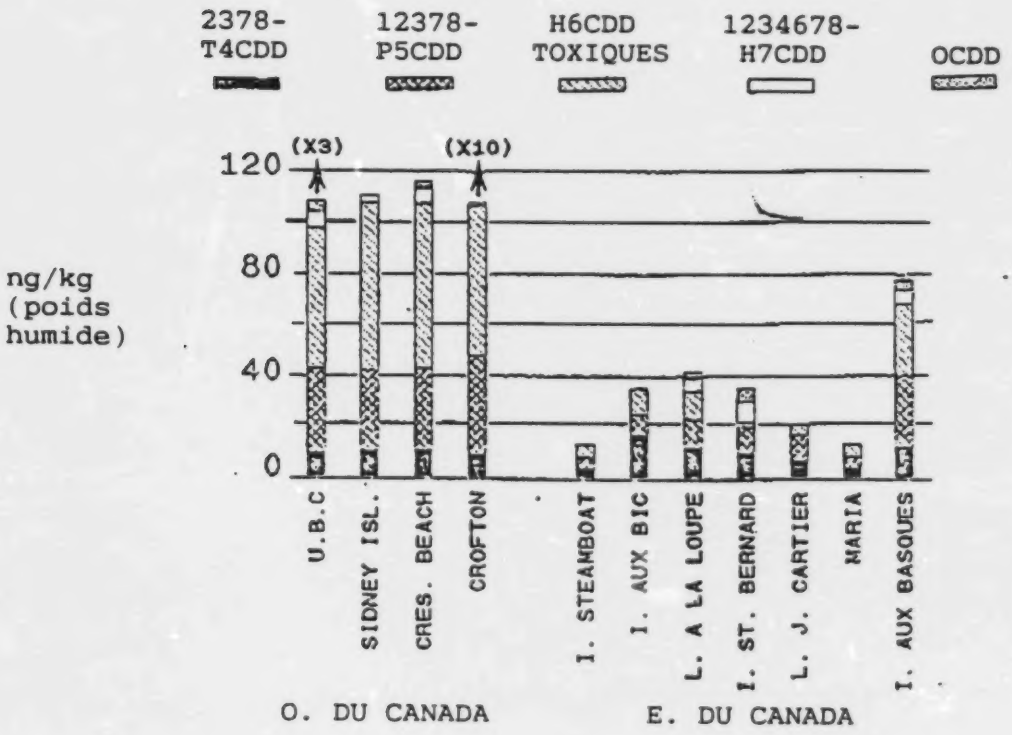
Le graphique 1 indique les résultats relatifs aux hérons, pour vous donner tout simplement une idée des écarts entre les régions. En Colombie-Britannique, les oeufs provenant du campus de l'université de la Colombie-Britannique (UBC) comportaient un niveau trois fois supérieur à l'échelle située du côté gauche, tandis que les niveaux à Crofton, où il y a une importante usine, étaient en fait dix fois supérieurs. Dans ce cas, les niveaux étaient suffisamment élevés, dans une espèce sensible, pour déclencher d'éventuels problèmes de reproduction. Nous consacrons donc beaucoup d'efforts à ce domaine.

Il faudrait cependant remarquer que la quantité relative de PCDD est à peu près la même à tous les endroits en Colombie-Britannique. Nous pensons donc qu'il n'existe qu'une seule source. À mon avis, cette source correspond aux chlorophénols, mais il reste encore beaucoup de travail à faire.

GRAPHIQUE 1

PCDD ET PCDF DANS LES OEUFS

DES GRANDS HÉRONS BLEUS ?



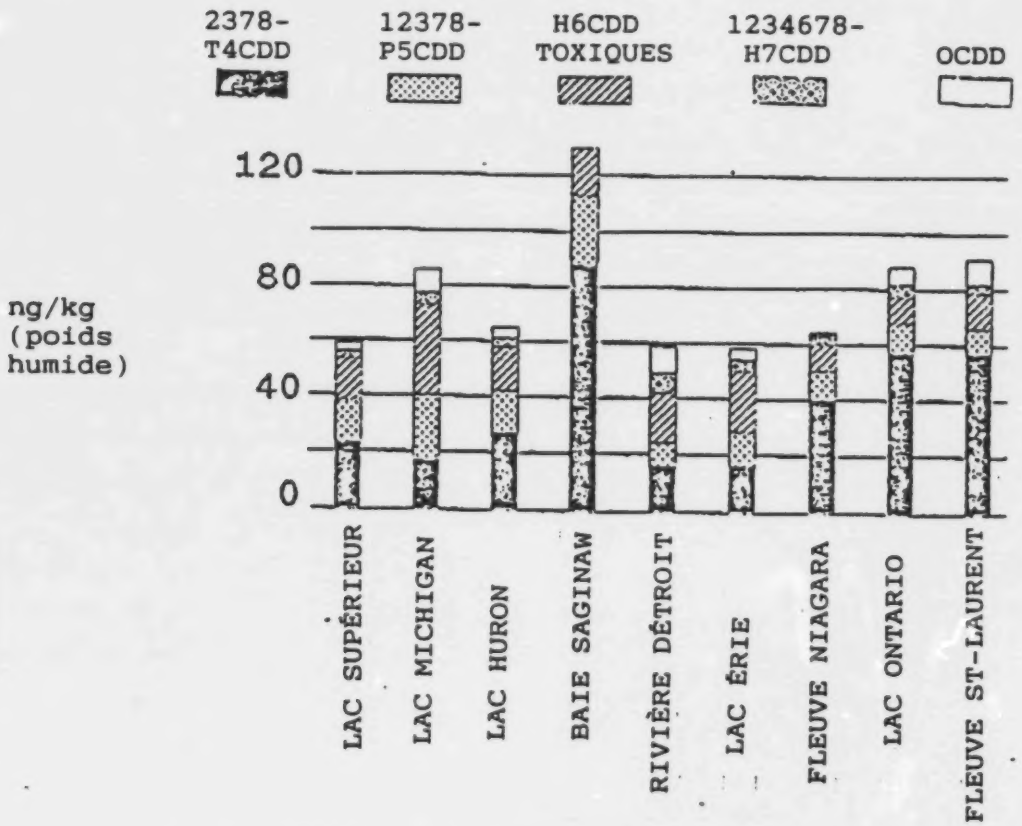
Parmi les oeufs d'hérons provenant de diverses régions du Québec, on n'a pu déceler aucune configuration particulière de la contamination par les dioxines. Certains des oeufs ont été prélevés sur le St-Laurent ou près de celui-ci mais l'échantillon le plus fortement contaminé ne provenait même pas du voisinage du St-Laurent.

Dans l'ensemble, les niveaux de contaminants sont semblables à ceux d'autres oiseaux de la région qui consomment des poissons, et ne sont pas particulièrement élevés. Par conséquent, les niveaux élevés chez les hérons de Colombie-Britannique sont uniques et sans équivalent.

L'autre domaine dans lequel le Service canadien de la faune a déployé beaucoup d'efforts est l'analyse des oeufs des mouettes argentées des Grands Lacs. Le graphique 2 présente la situation en 1986, pour vous donner une idée de la répartition des niveaux dans les Grands Lacs. En fait, il n'y a pour l'instant rien de particulièrement alarmant. Les lacs Supérieur, Michigan et Huron, la rivière Détroit, le lac Érié et, dans une certaine mesure, le fleuve Niagara révèlent pratiquement des niveaux de fond dont la plus grande partie est probablement due à l'apport atmosphérique à l'eau des lacs. Avec ce genre de source, on ne s'attend pas à voir de gros écarts entre les régions.

GRAPHIQUE 2

LES PCDD CHEZ LES MOUETTES ARGENTÉES DES GRANDS LACS, 1986

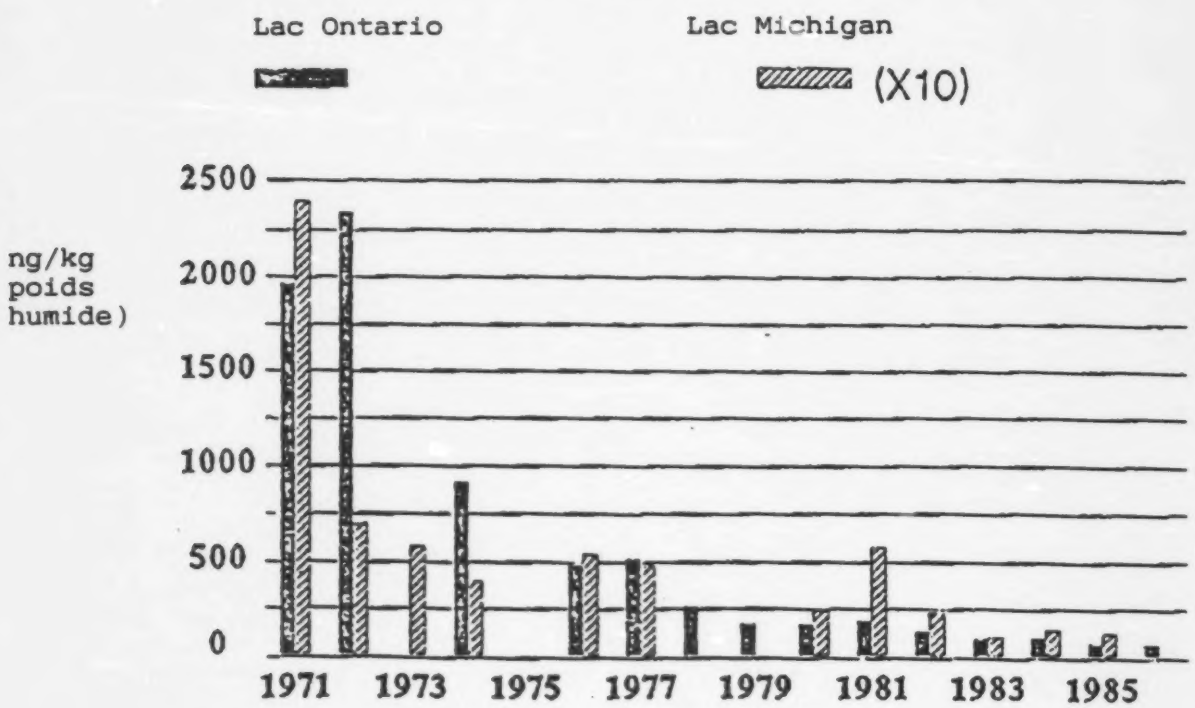


Le lac Ontario, le fleuve St-Laurent, la baie Saginaw et dans une certaine mesure le fleuve Niagara ont encore des niveaux élevés de 2,3,7,8-TCDD, mais pas plus qu'environ deux fois le niveau de fond. Les choses semblent s'être beaucoup améliorées dans ces régions.

Le graphique 3 vous donne une idée des tendances des niveaux de 2,3,7,8-TCDD pour deux lacs au fil des années. Il s'agit ici d'échantillons analysés à partir de notre banque de tissus. Les niveaux du lac Michigan sont considérablement plus bas; pour commencer, l'échelle est plus basse d'un facteur de dix, et il n'y en réalité qu'une seule pointe élevée en 1971. Par conséquent, le lac Michigan n'a donc jamais eu un gros problème avec les 2,3,7,8-TCDD, mais le lac Ontario en a évidemment eu un, ces niveaux ayant atteints environ 2 à 2,5 parties par milliard vers le début des années 1970. À l'instar de nombreux autres organochlores, ces niveaux ont baissé (leur demi-vie étant de deux à trois ans) et continuent de baisser. Par conséquent, nos données n'indiquent guère qu'il y ait une fuite de 2,3,7,8-TCDD dans le lac Ontario à l'heure actuelle.

GRAPHIQUE 3

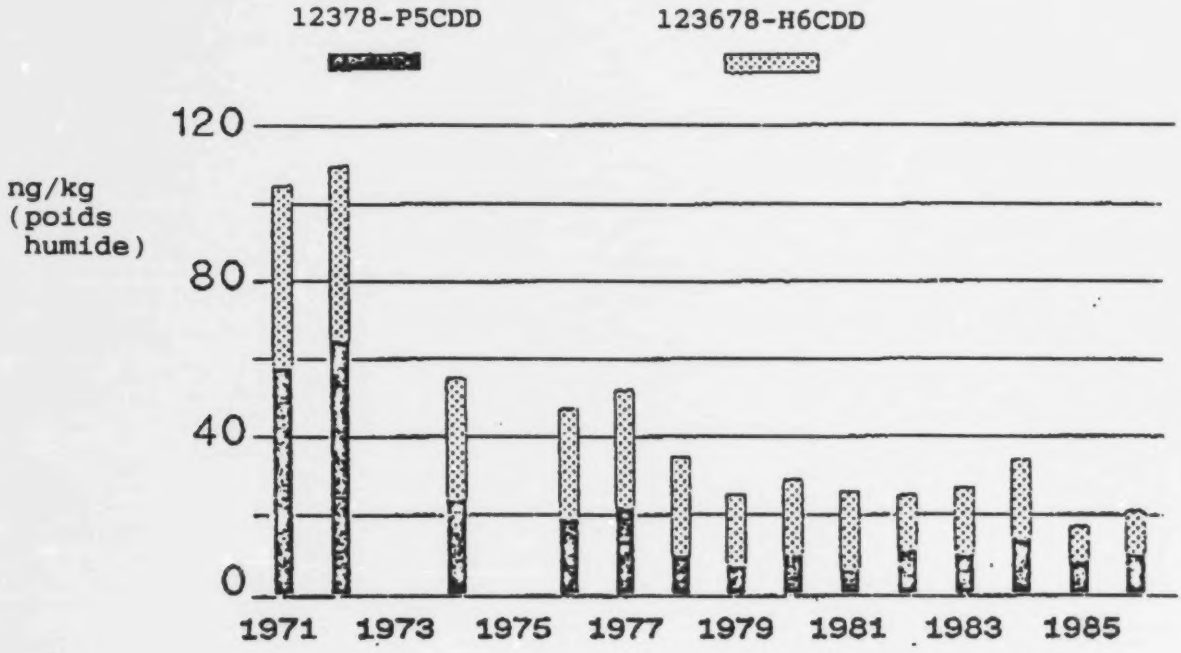
Tendances des niveaux de 2378-T4CDD dans les oeufs des mouettes argentées des lacs Ontario et Michigan



Les penta- et hexa-CDD dans les oeufs de mouettes argentées du lac Ontario ont également connu une diminution au début des années 1970, mais cette réduction a été plus lente que celle du 2,3,7,8-TCDD (graphique 4), ce qui me fait croire à l'existence d'une composante industrielle de cette contamination avant 1978.

GRAPHIQUE 4

Tendances des niveaux de P5CDD et H6CDD dans les oeufs de mouettes argentées du lac Ontario

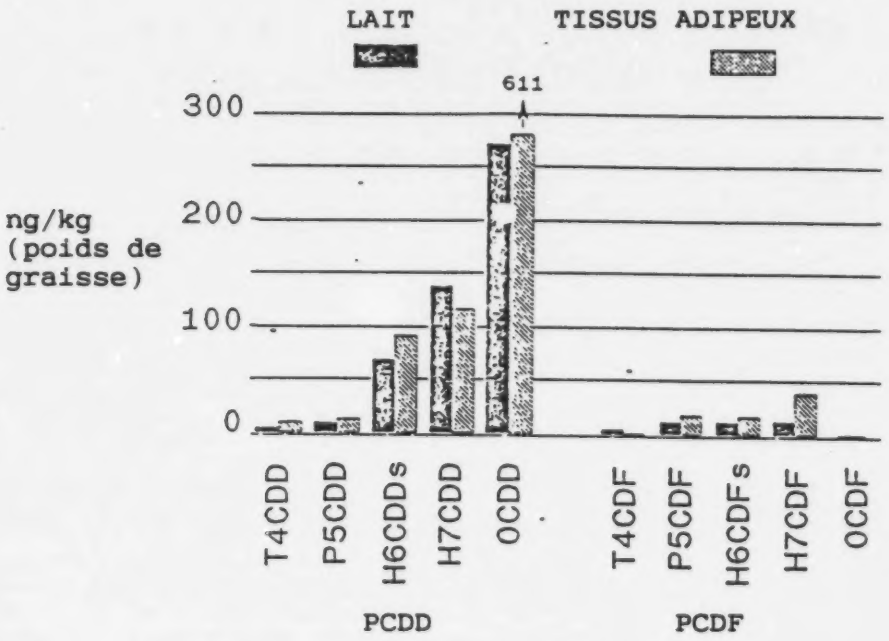


Chez l'homme, les analyses effectuées par Santé et Bien-être social Canada révèlent, dans le graphique 5, que le lait maternel et le tissu adipeux humain, selon le poids des graisses, ont une concentration passablement identique de PCDD et de PCDF, à l'exception du OCDD, qui a tendance à avoir une teneur plus élevée dans les graisses. Ces contaminants se trouve à l'état d'équilibre entre les divers réservoirs de graisse du corps et se déplacent dans le corps pour accompagner les déplacements de la

matière grasse. Les niveaux de 2,3,7,8-TCDD sont relativement faibles, de moins de 10 parties par billion selon le poids en graisses tant dans le tissu adipeux que dans la matière grasse du lait.

GRAPHIQUE 5

LES PCDD ET PCDF DANS LE LAIT MATERNEL ET LES TISSUS ADIPEUX AU CANADA



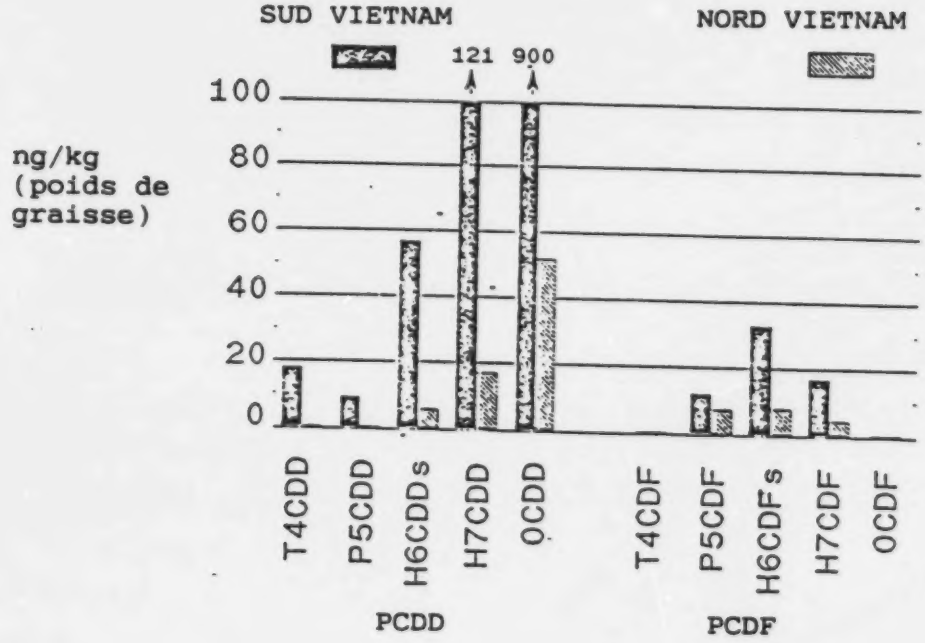
Le graphique 6 traite d'une étude intéressante à laquelle Santé et Bien-être social Canada a également participé, et dans laquelle on a analysé des tissus adipeux provenant du Vietnam du Nord et du Sud. En plus de l'Agent orange ayant été pulvérisé au Sud Vietnam, on suppose que la présence des Américains a eu une influence sur les pratiques agricoles et autres, en introduisant un nombre important de produits chimiques tels que le pentachlorophénol. Il y aurait eu une moindre utilisation des produits chimiques au Vietnam du Nord, qui était beaucoup plus pauvre et plus isolé. On a également découvert de faibles niveaux

de produits chimiques dans la population chinoise.

Ainsi donc, même si dans une certaine mesure le modèle semble identique chez tous les humains, les niveaux dans les pays industrialisés sont beaucoup plus élevés, ce qui signifie que les niveaux de dioxine ne sont pas dus uniquement à la combustion générale. Sinon, on ne verrait pas ce genre de répartition.

GRAPHIQUE 6

LES PCDD ET PCDF DANS LES TISSUS ADIPEUX HUMAINS AU NORD ET AU SUD VIETNAM

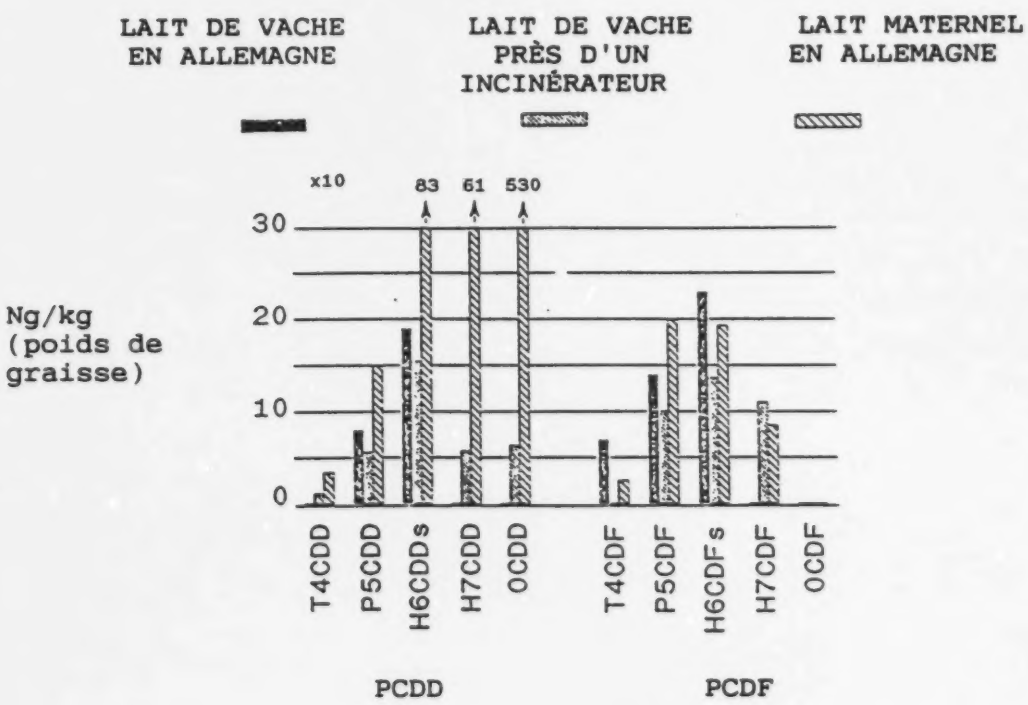


Nous disposons maintenant de certains points de comparaison entre le lait maternel et le lait de vache, en particulier d'Allemagne. Nous disposons de trois ensembles de données dans le graphique 7 : nous avons du lait de vache provenant de toute l'Allemagne, et du lait de vache provenant d'une région où les vaches paissaient près d'un incinérateur. Ces exemples indiquent les situations de moyenne et les cas les plus graves. En pratique, on obtient les taux les plus élevés d'octa et d'heptadioxine chez

les vaches dont les pâturages étaient situés près de l'incinérateur, mais il ne semble pas y avoir beaucoup d'autres différences. Il n'y avait pratiquement aucun niveau détectable de TCDD dans le lait de vache ordinaire; près de l'incinérateur, ce niveau était faible.

GRAPHIQUE 7

LES PCDD ET PCDF DANS LE LAIT DE VACHE ET LE LAIT MATERNEL EN EUROPE

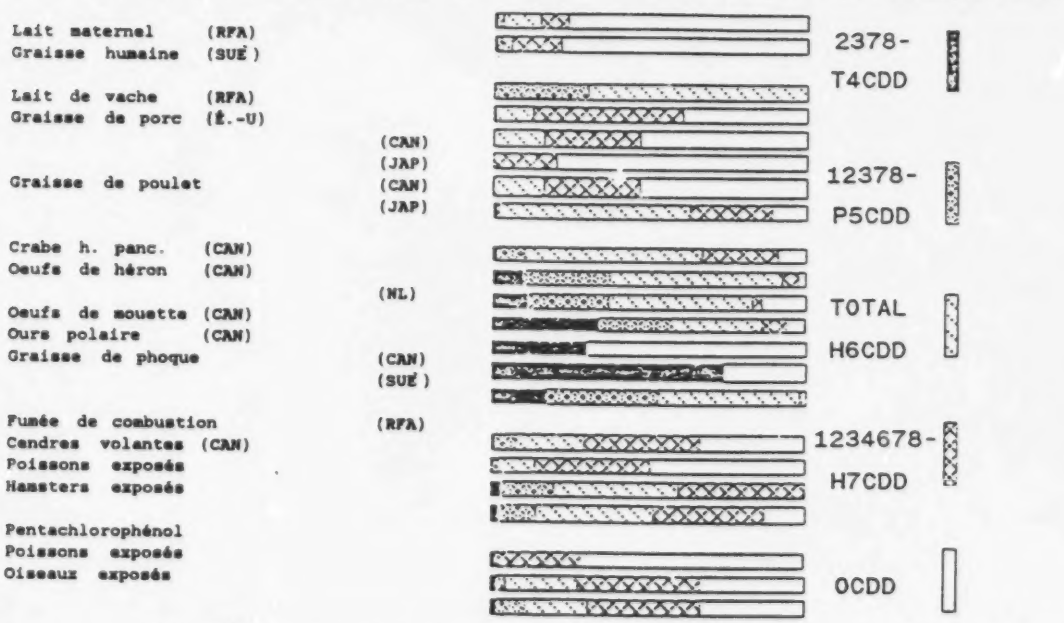


Le graphique 8 indique la répartition selon les sources en pourcentage de PCDD toxiques, regroupés en fonction du nombre de composés chlorés, chez l'homme, dans la nourriture humaine et dans la faune. On y trouve un exemple de fumée de combustion et de cendres volantes ainsi que de poissons et de hamsters exposés à ce type de source de combustion. Le modèle est relativement bien protégé en ce qui concerne les animaux, sauf qu'il y a moins d'OCDD.

En bas du graphique, on se trouve dans une situation dans laquelle les poissons et les oiseaux ont été exposés à du pentachlorophénol pulvérisé dans un marais au début des années 1970 comparée à la contamination par les PCDD dans le pentachlorophénol fabriqué aujourd'hui. Les différences importantes entre le pentachlorophénol et les animaux résident dans le fait que le taux d'OCDD est inférieur et que les concentrations d'hexa-CDD et penta-CDD sont plus élevées chez les animaux. Il apparaît donc que même si le pentachlorophénol est considéré comme ne contenant pas de penta et de tétra-CDD, ceux-ci doivent avoir été présents, au moins dans les anciennes compositions.

GRAPHIQUE 8

NIVEAUX RELATIFS DE PCDD CHEZ L'HUMAIN, DANS LES SOURCES ET DANS L'ENVIRONNEMENT



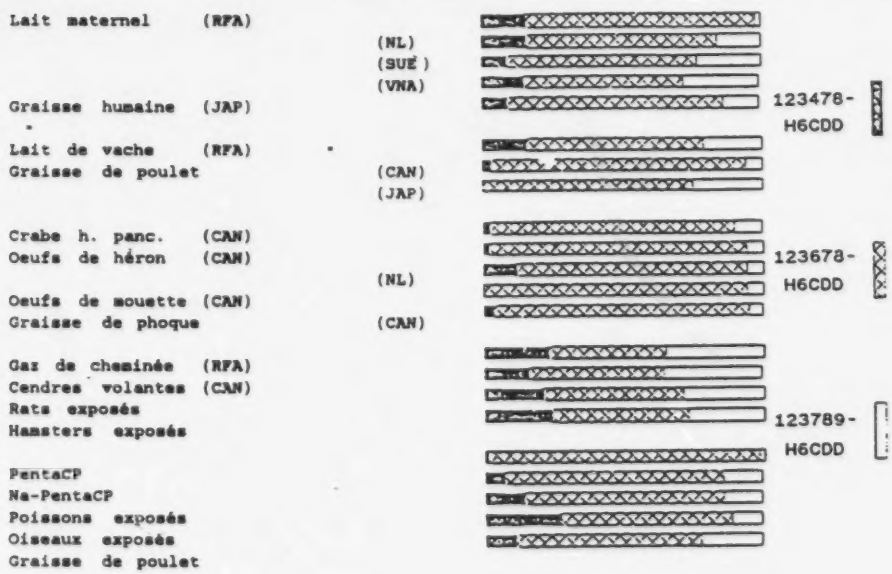
Les différences dans la contamination par les PCDD chez les animaux exposés à la combustion et aux sources de pentachlorophénol ne sont pas aussi importantes que ce que l'on pourrait attendre de l'analyse des sources; il est donc compliqué de déterminer les sources d'exposition.

Parmi les échantillons de faune, il est possible de relever quelques caractéristiques distinctives : par exemple, l'ours polaire et la graisse de phoque comportent une quantité relativement importante de 2,3,7,8-TCDD et certains OCDD mais rien d'autre.

J'ai essayé de résoudre le problème des sources, en utilisant les taux de hexa-CDD (graphique 9). Dans le cas du pentachlorophénol, nous sommes dans une situation où un isomère particulier semble dominer. Dans les sources de combustion, l'isomère n'est pas aussi dominant.

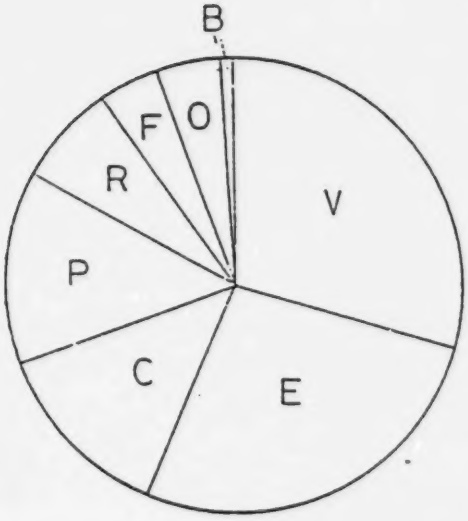
GRAPHIQUE 9

NIVEAUX RELATIFS DES TROIS ISOMÈRES TOXIQUES H6CDD CHEZ L'HUMAIN, DANS LES SOURCES ET DANS L'ENVIRONNEMENT



Une fois encore, lorsqu'on donne à manger des isomères aux animaux, les caractéristiques sont assez bien conservées. Toutefois, ces caractéristiques ne sont pas différentes au point que l'on puisse identifier avec eux une source de façon définitive. D'une façon globale, il semble que chez l'humain la source soit plutôt les chlorophénols, mais cela n'est peut-être pas vrai dans tous les domaines. Nous devons envisager la possibilité que les deux sources sont importantes.

J'ai entendu une étude intéressante sur les niveaux dans les aliments, présentée par le groupe du professeur Tatsukawa lors d'une conférence sur les dioxines au Japon l'année passée. Il s'agit là de la seule étude raisonnablement valable et complète sur les niveaux de dioxines dans l'alimentation humaine à ce jour. Ils ont prélevé un grand nombre d'échantillons et déterminé ensuite les PCDD dans chacun d'entre eux. Le graphique 10 indique comment les PCDD se répartissaient dans chaque groupe d'aliments. Ils ont effectué des calculs en comparant l'air et les aliments et en sont arrivés à la conclusion que les aliments sont relativement plus importants. Les légumes, les oeufs de poule, le poulet et le porc représentaient la plus grande partie des PCDD présents, bien que la plupart de ces dioxines ne sont pas toxiques. Dans ce cas, l'herbicide japonais *CNP constitue la source des dioxines tétra-isomères les moins toxiques.



GRAPHIQUE 10

DE : Ono, M., Y. Kashima, T. Wakimoto et R. Tatsukawa. «Daily intake of PCDDs and PCDFs in Japanese and their possible sources». Présenté lors de la 6e conférence internationale sur les dioxines et les composés connexes, Fukuoka, Japon, 16-19 sept. 1987.

Aliments	Air*
5 200 pg	320 pg

COMPARAISON DE LA RATION JOURNALIÈRE D'ALIMENTS ET D'AIR

* Calculé à partir des données de l'Agence pour l'environnement

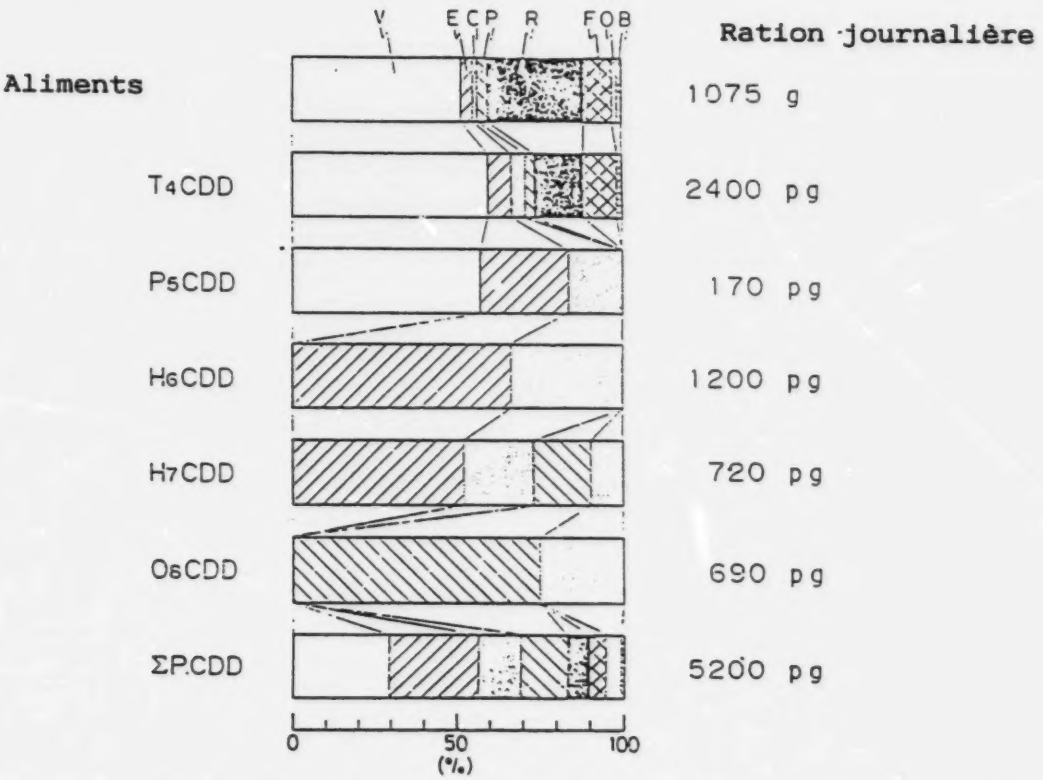
V : légumes E : oeufs C : poulet P : porc
R : riz et blé F : poisson O : huile végétale
B : boeuf

* Non utilisé en Amérique du Nord.

Le graphique 11 vous donne une répartition détaillée par homologue des voies possibles. Dans ce cas également, on se rend compte des contributions relativement importantes des tétra-CDD dans les légumes et des hexa-CDD dans les oeufs.

GRAPHIQUE 11

DE : Ono, M., Y. Kashima, T Wakimoto et R. Tatsukawa. «Daily intake of PCDDs and PCDFs in Japanese and their possible sources». Présentée lors de la 6e conférence internationale sur les dioxines et les composés connexes, Fukuoka, Japon, 16-19 sept. 1987.



RATION JOURNALIÈRE ET COMPOSITIONS DE L'ALIMENTATION ET DÉRIVÉS DE PCDD

V : légumes E : oeufs C : poulet P : porc
R : Riz et blé F : poisson O : huile végétale B : boeuf

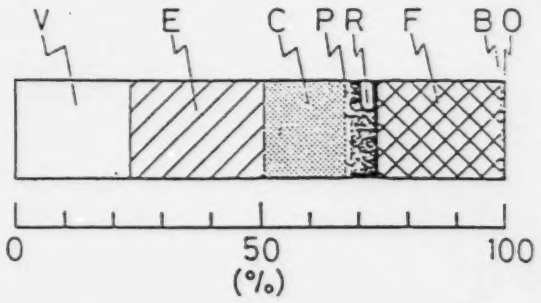
DE : Ono, M., Y. Kashima, T. Wakimoto et R. Tatsukawa. «Daily intake of PCDD et PCDF in Japanese and their possible sources».

Les chercheurs japonais ont également effectué des calculs d'équivalence toxique et essayé de répartir cela parmi les différents groupes d'aliments. Ils en sont arrivés à la conclusion que le poisson, le poulet, les oeufs et les légumes contribuaient de façon à peu près égale à la toxicité par les dioxines dans l'alimentation au Japon, comme indiqué sur le graphique 12. Nous ne pensons pas que ces données puissent s'appliquer ici, mais l'étude japonaise constitue un excellent modèle qu'il faut essayer d'imiter.

GRAPHIQUE 12

Ration journalière
63 pg

2378 - T_4CDD
Équivalent toxique



RATION JOURNALIÈRE ESTIMÉE ET COMPOSITION DE L'ÉQUIVALENT TOXIQUE DE LA 2,3,7,8-T_4CDD

V : légume E : oeufs C : poulet P : porc
R : riz et blé F : poisson B : boeuf O : huile végétale

(1,3 pg/kg de poids de corps/jour pour une personne pesant 50 kg)

DE : Ono, M., Y. Kashima, T Wakimoto et R. Tatsukawa. «Daily intake of PCDDs and PCDFs in Japanese and their possible sources». Présenté lors de la 6e conférence internationale sur les dioxines et les composés connexes, Fukuoka, Japon, 16-19 sept. 1987.

Laissez-moi vous donner quelques conclusions, certaines d'entre elles étant plus définitives que d'autres. La contamination de la faune canadienne est plus élevée dans la région

des Grands Lacs et chez les grands hérons bleus de Colombie-Britannique, mais les niveaux se sont améliorés de façon importante depuis les années 1970 près du Lac Ontario. En C.-B., nous ne sommes pas sûrs que ce que nous constatons soit dû aux nombreuses années d'utilisation des chlorophénols avec peut-être un apport différent de contaminants PCDD, ou si cela est dû à des facteurs actuels. Il reste beaucoup de travail à faire dans ce domaine.

Il semble probable que la combustion, les chlorophénols et Aroclors constituent tous d'importantes sources de PCDD et de PCDF dans l'environnement.

On s'est penché récemment sur la chloration de l'eau comme une source de dioxines et l'on doit maintenant étudier l'importance des usines de pâtes et papier et les charges de dioxines.

L'utilisation et les déchets de chlorophénol, ainsi que les Aroclors déversés dans le milieu aquatique expliquent pourquoi le lac Ontario et le héron de C.-B. constituent des «points chauds».

Dans les milieux éloignés, tels que l'Arctique, le 2,3,7,8-TCDD constitue le principal PCDD. Ceci est peut-être dû à l'accumulation spécifique de cet isomère dans la chaîne alimentaire, mais cela peut également indiquer l'importance relative du TCDD dans la contamination du globe. Et, si cela est aussi important, peut-être que les utilisations qui ont été faites de la 2,4,5-T ont été la principale cause, étant donné que ce produit a été un herbicide très répandu.

On doit accorder plus d'importance au contrôle des dérivés particuliers PCDD et PCDF sur les organismes vivants primitifs tels que les crustacés, les coquillages et les vers, qui accumulent les PCDD et les PCDF de façon moins spécifique que les poissons, les oiseaux et les mammifères. Comme nous l'avons vu, la plupart des données dont nous disposons ne sont pas utilisables pour déterminer la source. Les isomères qui peuvent être présents dans la source, mais qui ne sont pas accumulés par le poisson, sont ceux qui pourraient nous dire si la source est effectivement la combustion ou le chlorophénol.

Certaines preuves semblent indiquer que l'analyse des animaux primitifs vous donnera cette information. Certains travaux restent à faire dans ce domaine. Nous pourrons ensuite commencer à rechercher quelles sont les sources.

Ma documentation actuelle indique -- et certaines personnes peuvent disposer ici de données indiquant le contraire -- que les produits animaux constituent la voie la plus importante d'exposition des humains aux PCDD et PCDF. Le porc, le poulet et les oeufs y contribuent le plus et il s'agit des dioxines ayant les taux les plus élevés de chlore, celles qui généralement ne sont pas toxiques. Une étude plus approfondie est nécessaire en ce qui concerne le rôle du poisson. Les calculs actuels d'analyses de risques sur le poisson supposent que chaque Canadien absorbe 16 grammes de poisson des Grands Lacs par an, ce qui pourrait ne pas être valable.

Le pentachlorophénol et les chlorophénols connexes constituent probablement la principale source des 7 et 8 PCDD chlorées qui dominent chez l'homme -- il s'agit là d'une conclusion provisoire -- et risquent de constituer des sources de PCDD toxiques, comprenant les TCDD. Les études récentes effectuées en Allemagne* ont indiqué que les anciennes formules de pentachlorophénate de sodium contenaient en fait des niveaux faibles mais mesurables de 2,3,7,8-TCDD et 1,2,3,7,8-PCDD.

Un effort disproportionné a été consacré aux études sur les sources de combustion. Nous disposons maintenant d'une quantité énorme d'informations sur la combustion et sur son rôle. Cependant, nous ne disposons de pratiquement aucune donnée sur les niveaux dans l'environnement ambiant et la nourriture humaine à l'exception des poissons des Grands Lacs et de la nourriture humaine. Nous avons besoin de beaucoup d'autres données sur les niveaux des dérivés particuliers dans un régime global. En raison de la demi-vie longue des TCDD chez l'humain, j'ai calculé que nous aurions besoin d'environ 0,04 partie pour mille dans le régime alimentaire pour expliquer le niveau moyen de la population

canadienne, et ceci est généralement en dessous des limites habituelles de détection des analyses.

* Ce procédé de fabrication n'a jamais été utilisé au Canada.

LES SOURCES DE DIOXINES - LA COMBUSTION

David Hay
Chef, Division des activités urbaines
Direction des programmes industriels
Environnement Canada

Le sujet que l'on m'a demandé de traiter ce matin est la combustion et les dioxines. Martin Boddington a mentionné plus tôt la théorie de Dow, selon laquelle le processus de combustion représente au moins des sources potentielles de dioxines. Je pense qu'à ce jour une grande partie des études à ce sujet ont confirmé cette hypothèse.

Ce que je voudrais faire, c'est examiner certaines sources de combustion. Il existe plusieurs procédés de combustion des ordures ménagères. Nous avons des systèmes de combustion qui traitent les résidus des procédés de traitement des eaux usées. Nous brûlons du charbon pour produire de l'énergie et nous avons des véhicules automobiles alimentés par des produits combustibles. Nous avons besoin de combustibles pour créer de la chaleur dans les résidences et les commerces. De plus, nous avons des technologies encore plus fondamentales pour la récupération des métaux, comme le cuivre, à partir de transformateurs et de câbles, grâce à un procédé très primitif mais efficace.

Tout cela constitue des sources de dioxines. Il y a quelques années, Environnement Canada a examiné la documentation et essayé d'identifier plusieurs sources et de les quantifier dans un sens général. L'objectif était de déterminer où se trouvaient les problèmes les plus importants de façon à exercer un certain contrôle. Le tableau 1 donne la liste des résultats de cette étude; celle-ci considère que les incinérateurs municipaux constituent l'une des plus importantes sources.

En ce qui concerne la combustion des déchets municipaux solides, différentes technologies peuvent être appliquées de différentes façons pour obtenir la combustion. Il s'ensuit une

gamme très large de quantités de dioxines rejetées dans l'environnement.

TABLEAU 1

REJETS ESTIMATIFS DE PCDD DANS L'ENVIRONNEMENT
PAR DES SOURCES DE COMBUSTION

SOURCES	REJET g/an
Incinérateurs municipaux	250 - 13 700
Incinérateurs de boues d'épuration	1 400 - 3 300
Chaudières à charbon des centrales	300
Bois de chauffage	800
Huile de chauffage résidentiel	1
Gaz de chauffage résidentiel	900
Traverses de chemin de fer	6 000
Incendies de forêt	58 700
Fumée de cigarette	2 400
Échappements des véhicules automobiles	200
Incinérateurs d'établissements biomédicaux	50 - 80

En fait, depuis que ces chiffres ont été publiés, vous pouvez abaisser le chiffre inférieur de deux puissances de dix et doubler les chiffres supérieurs; on parle donc d'une gamme d'environ cinq puissances de dix que l'on pourrait identifier en tant que niveau d'émissions d'une source de combustion pour un type de matériau (résidus urbains).

En ce qui concerne l'incinération des boues d'épuration, on parle à nouveau d'une fourchette, qui dépend de la technologie et de l'exploitation du système. Encore une fois, des informations récentes ont fait évoluer ces chiffres dans la bonne direction, c'est-à-dire vers le bas de deux ordres de grandeur et on peut donc s'attendre à nouveau à une fourchette de quatre puissances de dix pour cette source de combustion. Ce tableau de données devrait

être examiné du point de vue de ce que l'on peut contrôler, de ce qui dépend de l'intervention de l'homme : les choses sur lesquelles on peut avoir une influence.

Échappements des véhicules automobiles : cela est possible à contrôler. Certains travaux ont été effectués en Suède, pour comparer l'utilisation de carburant avec et sans plomb, avec et sans convertisseur catalytique sur les automobiles. Une fois l'étude terminée, on s'est rendu compte que les carburants au plomb utilisés dans les voitures sans convertisseur catalytique produisaient des dioxines et que les carburants sans plomb utilisés sur les voitures avec catalyseur n'en produisaient pas. Ceci amène de l'eau au moulin des opposants au carburant sans plomb! Des travaux supplémentaires sont en cours dans ce domaine.

Incinérateurs d'établissements biomédicaux : il s'agit à nouveau d'un domaine qui fait l'objet d'un intérêt croissant et sur lequel on travaille de plus en plus.

En résumé, il existe une large fourchette de niveaux potentiels de rejet, et par de telles actions, nous pouvons nous faire une idée des domaines auxquels nous pourrions consacrer nos efforts lors de l'étude des sources de combustion.

Dans le cadre de leur programme sur les dioxines, nos amis du sud ont examiné plusieurs sources de dioxines. Ils examinaient principalement les seules dioxines, et cela dans un ou deux cycles spécifiques pour chaque catégorie de sources. Ils n'ont pas essayé de caractériser cette source et de la multiplier par le nombre d'usines dans le pays afin d'obtenir une image nationale.

Ils ont choisi leurs sites sur la base des types de systèmes de combustion dans lesquels ils pensaient trouver des dioxines et il n'est pas surprenant de constater qu'ils en ont trouvées. Mais dans ce cas encore, leur fourchette de résultats est assez grande. Si l'on considère l'incinération des boues d'épuration, on trouve trois différents types de boues, trois

différents types de système de combustion et trois chiffres différents.

Incinérateurs de récupération de cuivre : il est évident que la technologie de combustion a un effet, mais de faibles modifications du combustible ont un impact important sur la quantité de dioxines rejetées.

Je parlerai maintenant un peu du Programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs (PEENI) et j'essaierai d'indiquer ce que nous avons appris sur la combustion des ordures ménagères en comparaison avec les autres sources de combustion.

L'installation de production d'énergie à partir de déchets de Parkdale à l'Île-du-Prince-Édouard est une technologie fondamentale qui brûle des ordures, telles qu'elles sont reçues, dans de petits systèmes modulaires. Nous avons testé cette installation dans plusieurs conditions différentes. Le système comporte ce qu'on pourrait appeler un ensemble de critères d'exploitation normale et nous avons essayé de faire varier ces conditions en allant aux deux extrêmes : le mieux et le pire de ce que nous pourrions faire tout en la faisant fonctionner comme une installation de production d'énergie à partir de déchets. Dans toutes ces conditions, le taux d'émissions, tout en variant, est relativement homogène. Les conditions d'exploitation dont on aurait pu attendre une meilleure combustion nous ont donné les taux les plus bas; les conditions dans lesquelles nous aurions pu attendre la moins bonne combustion nous ont donné les taux les plus élevés. Ainsi donc, pour ce type de combustion, les conditions elles-mêmes auront un impact sur le taux de rejet de dioxines.

Nous avons examiné tous les groupes homologues; nous n'avons pas traité les isomères particuliers de chacun à l'exception des tétra. Mais, dans toutes les conditions que nous avons examinées, même s'il y avait quelques petites variations, cela était relativement homogène pour chacune des conditions de test. Il n'existait pas de variation importante due aux conditions

de combustion en ce qui concerne les caractéristiques inhérentes à l'émission de dioxines.

Je pense qu'il existe fondamentalement quatre théories que l'on peut utiliser pour essayer d'expliquer pourquoi on obtient des dioxines de la combustion. L'une d'entre elles est que les matériaux contiennent des dioxines qui ne sont pas complètement détruites par la combustion. La seconde est qu'il existe des espèces organiques diverses, comme les BPC par exemple, qui peuvent produire des dioxines pendant la combustion. La troisième théorie est que les matières organiques, lorsqu'elles brûlent en présence de chlore, peuvent produire des dioxines. Enfin, une partie des trois peut-être produite de façon catalytique pour réagir à la surface des cendres volantes, par exemple, ce qui est relativement réactif d'un point de vue catalytique.

Nous avons pu découvrir certaines informations intéressantes à l'Île-du-Prince-Édouard. Le système comporte un incinérateur, une chaudière et une cheminée et, avec l'aide de l'Ontario, nous avons pu mettre en place un dispositif d'échantillonnage immédiatement après l'unité de combustion en plus de celui que nous avions placé dans la cheminée. Nous avons pu observer qu'après l'unité de combustion, que nous appelons l'entrée de la chaudière, dans trois des situations où nous avons conduit ces essais, nous avons trouvé soit aucune dioxine soit des niveaux très faibles. Toutefois, dans la cheminée, nous avons trouvé une augmentation de l'ordre d'au moins mille de la quantité de dioxines présentes. Ainsi donc, la combustion elle-même ne produit pas nécessairement de dioxines. Il y a des réactions qui se produisent. On suppose que cela se produit dans la chaudière alors que l'on refroidit les gaz. Je pense que cela est relativement important. Si on examine la chimie des dioxines et la température à laquelle on devrait les détruire, il s'agit là de conditions qui existent dans cet incinérateur et la technologie est telle qu'il existe une chambre secondaire qui est une bonne composante de destruction dans le processus de combustion.

Comme je l'ai dit, le processus de combustion lui-même a une influence importante sur ce qui monte dans la cheminée. Un incinérateur, situé à environ un quart de mille à l'est d'ici dans la ville de Québec, a été testé par trois fois par Environnement Québec er 1984. Les niveaux d'émissions de dioxines étaient dans la fourchette de 800 - 4 000. Il y a environ un an et demi, la Communauté urbaine de Québec (CUQ) a dépensé une énorme quantité d'argent pour rénover le processus de combustion.

Suite à ces améliorations, nous avons maintenant un niveau d'émissions de dioxines qui est de l'ordre de dix fois moins et, dans certains cas, de l'ordre de vingt fois moins. Cela a été obtenu uniquement grâce à des améliorations du processus de combustion.

Même avec ce nouveau système, nous avons pu opérer de façon à pouvoir identifier les bonnes et mauvaises conditions de combustion; la conséquence d'une mauvaise exploitation était une augmentation des rejets de dioxines.

Quel que soit le processus de combustion dans nos nombreux systèmes de combustion, nous ne pouvons pas obtenir ce que nous appellerions des niveaux d'émissions «acceptables».

En conséquence, nous avons examiné les systèmes de contrôle des émissions qui se composaient d'un épurateur qui injectait de l'eau et de la chaux dans un courant de gaz provenant de l'usine de récupération d'énergie à partir des déchets de Québec et un filtre en tissu chargé de filtrer les particules. Nous avons effectué un échantillonnage avant et après chacun de ces dispositifs. Dans son ensemble, le système de contrôle des émissions était extrêmement efficace pour nettoyer les gaz de cette installation.

Il convient de noter plusieurs points. Premièrement, les conditions dans lesquelles nous avons travaillé se différencient largement l'une de l'autre par la température. Il existe une gamme de températures au-delà de laquelle nous obtenons des résultats similaires. Cet ensemble de résultats pourrait être caractérisé

en disant qu'un peu plus de la moitié de ce qui est filtré l'est dans l'épurateur et le reste dans les dispositifs d'élimination des particules, dans ce cas le filtre en tissu.

Toutefois, dans certaines conditions de température, l'épurateur ne fait rien du tout. On dépend totalement du dispositif d'élimination des particules pour l'élimination des dioxines. Ainsi donc, pour les procédés de combustion, des technologies de contrôle doivent, dans la plupart des cas, être développées et appliquées et vous devez comprendre comment fonctionne le système si vous devez le concevoir et l'exploiter correctement.

Qu'avons-nous appris au PEENI? Il existe un grand nombre de sources de combustion; l'énergie tirée des déchets en est une. Je pense que le Canada a dépensé environ huit millions de dollars jusqu'à présent pour obtenir de l'énergie à partir de déchets. Il s'agit là d'une proposition coûteuse. Nous ne pouvons pas nous permettre de faire cela pour chaque source de combustion pouvant émettre des dioxines. Nous devons essayer de mieux comprendre les autres sources de combustion, mais je pense que nous avons une vague idée de la priorité avec laquelle nous devrions les examiner. Nous y avons consacré beaucoup d'efforts et il s'agit d'un travail coûteux mais nous avons maintenant une idée de la profondeur requise du côté analytique afin d'obtenir des chiffres valables.

Nous savons que l'optimisation de la combustion peut réduire les quantités de dioxines rejetées. Une grande partie des systèmes utilisés aujourd'hui sont technologiquement en retard et nous devrions chercher soit à éliminer soit à améliorer ces sources.

Les dispositifs de contrôle sont nécessaires dans la plupart des cas : pas toujours pour les dioxines mais pour un certain nombre de raisons. Lorsque nous parlons de source de combustion, il est important de comprendre de quelle façon un dispositif de contrôle particulier va s'adapter à cette source de

combustion, afin de pouvoir le concevoir et l'exploiter correctement.

Dès maintenant, dans le cadre du CCMRE, nous participons à la mise au point d'une directive concernant l'énergie tirée des déchets. En examinant de quelle façon on s'occupe des dioxines, vous avez entendu parler du terme «facteur d'équivalence toxique». Vous prenez toutes les dioxines et furannes ensemble, vous les multipliez par différents chiffres, en fonction de la juridiction dans laquelle vous vous trouvez, et vous arrivez à un chiffre qui indique tout ce qu'il y a là, il s'agit de 2,3,7,8-TCDD; il s'agit de la quantité que nous avons.

Le public ne comprend pas très bien ce que sont les dioxines. Lorsqu'on examine les directives et règlements, on trouve par exemple qu'un chiffre émanant d'une juridiction canadienne ne semble pas correspondre à celui d'une directive suédoise. Le système de calcul utilisé par les deux pays est différent. Le fait que les deux chiffres aient la même signification n'est pas nécessairement compris par le public.

Ainsi donc, lorsque nous parlons de critères pour les sources de combustion, l'approche d'équivalence toxique est celle qui devra être utilisée. Je pense qu'il est nécessaire pour cet organisme et pour le CCMRE de définir qu'elle est la voie que nous allons suivre. Nous disposons d'une approche qui a été proposée et nous avons d'autres possibilités. Il ne semble pas possible que le monde entier en arrive à un consensus sur l'approche que nous utilisons, mais nous devons prendre une décision et nous devons la prendre très rapidement.*

* On est arrivé récemment à un accord international sur un ensemble unique de facteurs d'équivalence toxique.

LES SOURCES DE DIOXINES - LES PESTICIDES

Laurence McClelland
Évaluation antimicrobienne
Direction des pesticides, Agriculture Canada

Je voudrais tout d'abord remercier les personnes responsables du CCMRE d'avoir invité Agriculture Canada à participer à cet atelier. J'espère personnellement que, à la fin de nos discussions demain, nous aurons tous non seulement une meilleure vue d'ensemble des sources de dioxines au Canada, mais également -- et je pense que cela est aussi important -- une compréhension des défis que nous devrons affronter afin de fixer de nouveaux contrôles.

Lors de la préparation de cet atelier, j'ai pensé qu'il serait utile de réexaminer le plan mis au point par Agriculture Canada, il y a déjà 17 ans, afin de contrôler la contamination des dioxines par les pesticides; de faire suivre cela par une brève description de certains des efforts que nous avons accomplis à ce jour sur certains composés.

Premièrement, le plan. L'objectif de notre plan d'origine était très simple : pouvoir fixer et appliquer des normes significatives et réalistes de teneur en dioxines pour les pesticides enregistrés conformément à la Loi sur les produits antiparasitaires.

Comme beaucoup d'entre vous le savent déjà, élaborer un tel plan comporte un certain nombre d'obstacles qui sont importants et doivent être franchis. Parmi ces obstacles, citons l'acquisition d'équipement d'analyse de pointe, un personnel suffisant pour exploiter l'équipement et, cela est évident, des utilisateurs expérimentés. Agriculture Canada a réalisé un effort administratif considérable au cours des années 1970 pour rassembler toutes ces exigences et le résultat de cela est le Laboratoire de spectrométrie de masse de la Division des services de laboratoire.

Nos premières analyses étaient bien sûr consacrées au 2,4,5-T pour détecter la présence de 2,3,7,8-TCDD, et cela pour des raisons évidentes. Avec une expérience et une confiance sans cesse croissantes (ce qui est vital en tant qu'organisme de réglementation) dans nos capacités à analyser, Agriculture Canada a mis en place, en 1979, l'une des premières normes réglementaires au monde. Le maximum -- et cela est relativement naïf selon les normes d'aujourd'hui -- était de 100 parties par milliard de 2,3,7,8-TCDD dans le 2,4,5-T ou fénoprop, qui comme la plupart d'entre vous le savent, sont des herbicides.

Ayant maintenant atteint un certain degré de contrôle du TCDD dans les 2,4,5-T, nous avons dirigé nos efforts et nos ressources vers d'autres herbicides phénoxides qui étaient enregistrés au Canada. Dans le cadre de nos efforts entre 1979 et 1980, nous avons découvert des dioxines autres que les 2,3,7,8-TCDD dans le 2,4-D. Ces analyses des 2,4-D ont été suivies par un programme destiné à déterminer les niveaux de dioxines dans le tétra- et pentachlorophénol qui étaient utilisés au Canada. Nous suivions simplement une priorité relative dans nos recherches et les penta étaient les suivants sur cette liste. Nous avons commencé à peu près en 1981. À partir de là, nous avons commencé à étudier d'autres pesticides qui étaient soit moins utilisés ou que nous pensions contenir des dioxines moins toxiques. Vous pouvez vous rendre compte du programme utilisé : premièrement les 2,4,5-T en raison des 2,3,7,8-TCDD, puis les autres composés largement utilisés tels que la 2,4-D et le pentachlorophénol, et ainsi de suite. Une fois que nous obtenions confirmation des niveaux de dioxines dans un composé particulier, une certaine forme de limite était fixée soit par réglementation soit au moyen de conditions d'homologation d'une teneur maximale en dioxines. En conséquence, il est devenu nécessaire pour nous d'avoir un programme de contrôle complet afin d'assurer la conformité à ces normes sur le marché.

Je pourrais également mentionner que le programme d'analyses a été complété par une réévaluation formelle de ces produits chimiques par Agriculture Canada, en association avec nos conseillers sur les procédés réglementaires fédéraux. En fait, l'une des premières actions réglementaires prises par notre ministère sur un pesticide contenant des dioxines a été la suspension du 2,4,5-T pour l'utilisation autour de la maison, dans les zones aquatiques et de loisirs et sur les céréales alimentaires. Cette décision a été prise en 1970 et cette action était basée sur la présence de TCDD. Ainsi donc, les efforts administratifs destinés à compléter nos efforts analytiques remontent à loin. Depuis ce moment-là, la 2,4-D, le pentachlorophénol et le MCPA, un herbicide, ont tous fait l'objet de réévaluations. Celles-ci en sont à divers stades.

Je voudrais maintenant examiner certains composés particuliers en tant que source confirmée de dioxines, afin de faire le point où nous en sommes en matière d'homologation.

2,4-T :

Comme vous le savez, ce produit n'est plus homologué. La fabrication a cessé au début des années 1980 et l'homologation n'a pas été renouvelée à la fin de 1985, comme le Dr Boddington y a fait allusion un peu plus tôt. Il y avait une norme réglementaire de 100 ppm de 2,3,7,8-TCDD fixée en 1979, et nos études qui ont suivi au cours des cinq années suivantes indiquaient que les produits utilisés au Canada étaient bien en dessous de ce niveau, c'est-à-dire autour de 10 parties par milliard.

2,4-D :

Actuellement, nous avons une condition d'homologation qui est un maximum de 100 parties par milliard de n'importe quel isomère de dioxine. Ceci a été fixé en 1981. Le composé était également placé sous réévaluation formelle en 1981. Notre étude, de 1981 à 1985, indique que les niveaux ont chuté au point que maintenant la plupart des échantillons ne contiennent aucune dioxine et que le niveau sensible est de 1 ppm.

Pentachlorophénol :

Suite à une réévaluation à la fin des années 1970, huit utilisations de cette substance ont été suspendues en 1980. Notre programme analytique a commencé à ce moment-là et, en 1982, nous pouvions confirmer la présence de hexa-, hepta- et octachlorodioxines. Nous n'avons pas trouvé de 2,3,7,8-TCDD. À nouveau, la limite de sensibilité était de 1 partie par milliard. Nous avons également noté que les niveaux de dioxines dans le pentachlorophénol avaient chuté depuis que nous avions commencé à l'analyser en 1981. Aujourd'hui, nous avons une condition d'homologation d'un maximum de 5 partie par milliard en tant qu'analyse typique de l'hexachlorodibenzo-p-dioxine. Nous avons également un programme d'amélioration des étiquettes sur le pentachlorophénol qui a réduit le nombre d'utilisations mais a également assuré que toutes les suspensions jusqu'à 1981 avaient été exécutées. Nous avons obtenu des fabricants qu'ils cessent de commercialiser des penta colorés en vert que l'on confondait avec d'autres préservatifs du bois. Nous avons retiré les utilisations par trempage de notre étiquette, en espérant que cela réduirait les rejets et expositions au pentachlorophénol.

Trichlorophénol :

Ce produit n'est plus homologué. Agriculture Canada envisageait d'arrêter l'homologation en 1980, mais il existait encore de stocks au Canada. Pour cette raison, lors de la période de renouvellement suivante de l'homologation en 1985, nous avons informé les demandeurs que nous ne renouvellerions pas l'homologation du trichlorophénol ou de son sel de sodium.

MCPA :

Un herbicide largement utilisé qui a été réévalué en 1981. Une analyse récente confirme l'absence de toute mono- ou dichlorométhyldioxine. À nouveau la sensibilité est de 1 partie par milliard.

Dicamba :

Il s'agit d'un autre herbicide d'une utilisation beaucoup plus restreinte que la 2,4-D ou le MCPA. Nos études indiquent la présence de faibles niveaux de dichlorodibenzo-p-dioxines, c'est-à-dire moins de 10 parties par milliard. Nous n'avons pas encore fixé de normes : les niveaux sont basés sur des échantillonnages et des analyses préliminaires. Nous avons confiance dans les analyses et nous procéderons maintenant à des échantillonnages et des analyses à tour de rôle.

Nos futurs efforts en matière d'analyses portant sur les dioxines s'appliqueront en utilisant certaines priorités. Nous étudierons principalement les conditions de fabrication et les structures moléculaires afin de voir s'il existe une possibilité importante de présence de dioxines. Nous tiendrons également compte de la priorité de réévaluation globale donnée à un produit chimique contenant ces dioxines, afin de déterminer de façon organisée quel composé devrait être analysé ensuite.

Toutefois, comme j'y ai fait allusion, nous continuons de contrôler le marché canadien afin de nous assurer que toutes les normes et conditions sont observées. Nous prélèverons environ 250 échantillons de pesticides en 1987-88. Nous prélèverons également des échantillons de cinq nouveaux composés pour le développement de la méthode mais ceux-ci atteignent maintenant des niveaux où, en matière de 2,4-D et de pentachlorophénol, leur importance est relativement mineure en ce qui concerne la teneur en dioxines ou tout au moins c'est ce que l'on suppose.

Pour conclure, je voudrais mentionner que chez Agriculture Canada, nous avons pris certaines initiatives récentes sur l'homologation des pesticides. Afin de consulter une plus large audience sur certaines des décisions les plus difficiles que nous devrions prendre sur les pesticides en général (pas nécessairement les pesticides contenant des dioxines), et afin de promouvoir une participation plus compétente sur les décisions réglementaires qui doivent être prises, nous avons mis au point un certain nombre de ce que nous appelons des documents de discussion

sur certains pesticides. Ces documents présenteront des points de vue sanitaires, environnementaux et économiques et un tel document a été préparé sur le pentachlorophénol. Il en est actuellement au stade de la dernière ébauche et nous espérons le publier dans les prochains mois.* Il proposera certaines réductions dans la gamme d'utilisations du tétra- et du pentachlorophénol. Il proposera certaines options de gestion; c'est-à-dire que si nous devons conserver cette substance, il devra y avoir certaines exigences pour en améliorer la manipulation.

Comme je l'ai dit, le document sera publié dans les prochains mois et je suis prêt à en faire participer le CCMRE. Grâce à cette politique de consultation, nous espérons atteindre les décisions les mieux équilibrées possibles.

LES SOURCES DE DIOXINES - LES EFFLUENTS ET LES DÉCHETS INDUSTRIELS ET MUNICIPAUX

Murray Brooksbank
Coordonnateur des questions
Bureau de l'environnement des Grands Lacs
Environnement Canada

Dans les instants qui vont suivre, je voudrais passer en revue les déchets, et en particulier les déchets industriels, qui ont été associés aux différentes sortes de contamination par les dioxines et les furannes. Comme je l'ai déjà indiqué, le principal sujet d'inquiétude était à l'origine le 2,3,7,8-TCDD, un isomère particulier, et l'on s'était particulièrement attaché au processus de production et d'élimination du 2,4,5-trichlorophénol qui est le produit chimique à l'origine de l'herbicide 2,4,5-T.

Le 2,4,5-trichlorophénol était fabriqué à deux endroits dans le bassin hydrographique des Grands Lacs à Midland, Michigan, Saginaw Bay et sur la frontière du Niagara, ces deux sites ayant entraîné une contamination par le 2,3,7,8-TCDD dans le système des Grands Lacs.

La frontière du Niagara est sans doute le site qui a le plus préoccupé les citoyens canadiens en raison de l'influence importante qu'elle a sur la qualité de l'eau du lac Ontario.

Le trichlorophénol était fabriqué par Hooker Chemicals and Plastics qui est maintenant connue sous le nom de Occidental Chemical Corporation, entre 1940 et 1972. Cette société a entreposé ses déchets dans un certain nombre d'endroits, dont les plus connus sont les décharges de Hide Park, S Area, Love Canal et 102nd Street. La décharge S Area est actuellement située à l'intérieur de l'usine Occidental. Il y a une autre usine Occidental, un peu en amont près de la zone de Grand Island, qui est l'usine Occidental Durand à North Tonawanda; j'en parlerai dans quelques instants.

Les informations concernant la contamination par le 2,3,7,8-TCDD dans ces sites varient en fonction des efforts qui y

ont été consacrés. Il y a du TCDD à Love Canal, dans le cadre du système de drainage, les égouts pluviaux, les ruisseaux qui drainent la région et la rivière Niagara proche. La plus grande quantité se trouve de loin à Hyde Park, qui a reçu presque 3 000 tonnes métriques de «résidus de distillation» ou déchets de trichlorophénol et cela a entraîné des quantités de 2,3,7,8-TCDD que l'on estime entre 0,6 et 1,5 tonne métrique.

Les niveaux environnementaux varient de façon importante. Le produit de phase non aqueuse, dont a parlé plus tôt un orateur, contient 20 ppm de 2,3,7,8-TCDD et il s'agit là du produit qui s'échappe de ces décharges. On le retrouve également à Love Canal, S Area et 102nd Street - il s'agit d'un produit dense, visqueux qui se déplace et qui est plus lourd que l'eau. Ce produit est chimiquement très complexe. Le produit de Hyde Park a été analysé de façon assez complète mais cela ne représente que 40 pour 100 en poids en ce qui concerne la composition chimique.

Il y a eu contamination des eaux souterraines qui conduisent à la rivière Niagara et cette contamination se jette dans la rivière Niagara.

Le sol de la décharge S Area a été étudié par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis dans le cadre de son programme national sur les dioxines afin d'examiner la contamination générale des sols dans ses installations de production. Là encore, les niveaux sont très élevés.

Toutes ces zones font l'objet de litiges et en sont à diverses étapes d'enquête et de médiation. Les décharges de Hyde Park et de Love Canal disposent de systèmes de drainage périmétrique qui collectent ce produit de phase non aqueuse qui est ensuite stocké. Actuellement, il n'existe pas de moyen de destruction pour ce produit. Sur la frontière Niagara, on en stocke actuellement quelques centaines de milliers de gallons. Le mois prochain, on va procéder à un essai d'incinération dans un incinérateur industriel situé dans l'usine Occidental. Occidental essaie d'obtenir l'autorisation pour brûler ces déchets dans son

incinérateur et, si celle-ci est accordée, il s'agira de la première installation commerciale aux États-Unis autorisée à brûler des déchets de dioxines.

Il existe également une étude importante sur la rivière Niagara et le lac Ontario consacrée aux pêcheries, à l'eau et aux sédiments. Cette étude a vu le jour grâce à des négociations entre les agences gouvernementales américaines et Occidental et ils vont essayer, à partir de l'étude d'une charge quantitative, de tirer des mesures correctrices. Ils essaient actuellement de fixer un taux de charge acceptable de dioxines au système qui causerait des niveaux dans le poisson sans danger pour la santé.

On dispose de très peu d'informations sur les autres dérivés associés aux déchets sur la frontière Niagara. Ce sujet a également été abordé par un des orateurs.

Les sédiments de Pettit Flume; il s'agit là d'informations provenant du ministère de l'Environnement de l'Ontario, qui a effectué une étude à l'usine Occidental Durand de North Tonawanda. Pettit Flume est l'aire de drainage (un égout) qui transporte les eaux d'égout traitées provenant de cette usine ainsi que les eaux souterraines d'infiltration. On pense que les eaux souterraines d'infiltration constituent la principale source de ce matériau en raison des anciennes pratiques d'élimination des déchets sur ces sites de production.

À nouveau, on parle de niveaux de parties par milliard dans ce cas et il s'agit particulièrement de furannes. Les tétradioxines comprennent du 2,3,7,8-TCDD qui s'échappe du site. Des palourdes en cage exposées à cet effluent ont absorbé en fait tous les dérivés de dioxines et de furannes en quantités variables, particulièrement les dérivés les plus faibles pour lesquels la bio-accumulation est plus facile et elles n'ont pas absorbé les 2,3,7,8-TCDD qui sont donc une source de pollution pour la rivière Niagara. Quantitativement, nous éprouvons certaines difficultés à évaluer la quantité qui se déverse effectivement dans la rivière. Même si le Canada ne fabriquait pas de 2,4,5-trichlorophénol, nous

l'avons importé dans un certain nombre d'usines au Canada pour la production de l'herbicide 2,4,5-T. Nous disposons de certaines données sur les sols autour d'une usine d'Elmira, en Ontario, qui produisait l'herbicide 2,4,5-T pendant une période qui, je crois, s'étendait de 1950 à 1963. Les déchets ont été mis en fûts et enterrés dans le sol et on pense qu'une partie du sol a été contaminée. On parle à nouveau d'ordres de grandeur inférieurs à certaines des informations précédentes et il s'agit de profils de dérivés plus élevés, dans les dioxines et les furannes. On n'a pas trouvé de tétradioxines dans les sols, mais du 2,3,7,8-TCDD a été trouvé dans les fûts retirés du site.

Les travaux continuent, la principale préoccupation étant la proximité de la nappe phréatique alimentant les villes de Kitchener-Waterloo. On essaie de découvrir dans quelle mesure le sol a été contaminé et la possibilité de déplacement de cette contamination dans les eaux souterraines.

En bref, on s'est également préoccupé de ce qu'on a appelé la «tache» de Sarnia, qui était la matière trouvée sur le lit de la rivière St-Clair, près de l'usine Dow Chemical à Sarnia. Cette matière est similaire au niveau des caractéristiques physiques au matériau de phase non aqueuse sur la frontière Niagara. Nous avons également découvert des teneurs de l'ordre de parties par milliard ou des ordres de grandeur inférieurs à ceux que nous avions constatés sur la frontière Niagara avec les sédiments Pettit Flume ou certainement le NAPL.

La tendance va vers la prédominance de dérivés à teneur plus élevée : on n'a trouvé dans ces échantillons aucun des isomères 2,3,7,8-TCDD de dioxines ou de furannes qui sont généralement reconnus comme les formes les plus toxiques.

Au Canada, on s'est surtout préoccupé du pentachlorophénol et en particulier de son utilisation dans l'industrie de préservation des bois. Récemment, au cours de l'année dernière, les deux principaux utilisateurs dans la province de l'Ontario -- the Northern Wood Preservers, Thunder Watershed au

Lac Supérieur et Domtar sur le bassin hydrographique du lac Ontario -- ont fait l'objet d'une enquête; leurs effluents ont été analysés. En fait, on a découvert des hexa-, hepta- et octa-dioxines dans leurs effluents à des niveaux de parties par 10^{12}. Les chiffres étaient à peu près identiques pour les deux usines. À nouveau, les niveaux de furannes étaient faibles. À l'usine Northern Wood Preservers, on a pu constater une certaine contamination du site, des sols et des sédiments du lac proche. On évalue actuellement les deux usines pour modifier leurs installations de traitement des eaux usées et, comme l'a indiqué le précédent rapport, la qualité du pentachlorophénol s'est en fait également améliorée. Ainsi donc, il s'agit principalement maintenant d'une procédure d'évaluation afin de déterminer si ces chiffres sont vraiment représentatifs et dans quelle mesure le site a été contaminé.

Certaines études sont également en cours dans le domaine des usines de pâtes et papier. Même si l'on a trouvé du 2,3,7,8-TCDD dans les boues d'une usine de l'Ontario, une étude effectuée par la suite dans huit autres usines n'ont permis de découvrir aucun 2,3,7,8. Aux États-Unis, quelques études en sont arrivées au même résultat. Selon les premières indications, ils ont trouvé des niveaux faibles de l'ordre de parties par 10^{12} dans la pulpe blanchie et ils ont également découvert une certaine contamination dans leurs effluents à des niveaux de l'ordre de parties par 10^{15}. On a suggéré que, en raison de sa présence dans la pulpe blanchie, le processus de chloration aurait pu avoir produit le 2,3,7,8, mais il ne s'agit que de suppositions pour le moment et la source de cette dioxine dans le traitement de la pulpe et du papier est en fait inconnue.

Les déchets de BPC contiennent également des quantités importantes de tétra-, penta-, et hexafurannes. On sait également que la pyrolyse des BPC à des températures inférieures à 700 degrés entraîne la création de furannes et en particulier de l'isomère toxique 2,3,7,8-TCDD. En raison de la large utilisation des BPC

et des rejets dans l'environnement qui en découlent, il est inévitable que les niveaux de 2,3,7,8-TCDF que nous constatons dans l'environnement soient, dans une certaine mesure, et pour l'instant indéfinissables, par rapport aux rejets de BPC.

Enfin, les boues de traitement des eaux usées. Les installations de traitement des eaux étant les plus grands intégrateurs de l'activité humaine, on s'attend à y trouver quelque chose et c'est ce qui se produit. Dans la boue de traitement des eaux usées d'Elmira, nous avons trouvé les dérivés les plus élevés, les dérivés hepta et octa de dioxines et de furannes. Les chiffres qui ont été constatés sont en fait représentatifs de quelques exemples que j'ai pu voir dans l'État de New York et en Allemagne. Selon la part des industries dans les eaux traitées, on obtient certaines variations dans les chiffres. Dans certains cas, il y a formation d'hexadioxines. Ainsi donc, il peut y avoir une certaine variabilité sur la base de l'utilisation du système.

En conclusion, il existe un certain nombre de sources industrielles et municipales de dioxines et de furannes. Les teneurs et les quantités auxquelles on peut s'attendre à partir de ces sources sont extrêmement variables. Une grande partie des données dont nous avons parlées aujourd'hui est basée sur un échantillonnage relativement minime. Il est parfois possible de contester la représentativité des données, mais j'espère vous avoir indiqué en gros quelles sont les sources qui sont actuellement examinées ainsi que leur contribution à l'environnement.

ÉPIDÉMIOLOGIE ET TOXICOLOGIE DES DIOXINES

Dr Andrew Gilman
Chef, Section des produits chimiques industriels et autres substances dangereuses
Direction générale de la protection de la santé
Santé et Bien-être social Canada

Vous êtes maintenant pleinement conscients que les dibenzo-p-dioxines polychlorés (PCDD) et dibenzofurannes polychlorés (PCDF) sont deux familles chimiquement apparentées d'hydrocarbones chlorés. Vous savez également que ces substances sont produites par toute une gamme de processus naturels et anthropogéniques et qu'on les trouve dans l'environnement sous forme de mélanges.

Je voudrais vous dire qu'il existe des toxicités extrêmement larges pour les 210 dérivés combinés. Cette information devrait vous convaincre que l'évaluation de la toxicité des 210 composés qui apparaissent dans des mélanges et des concentrations toujours changeants, que l'on peut absorber par l'air, dans des particules, en ingérant de l'eau, de la nourriture ou du sol, ou encore par l'utilisation de produits de consommation et qui ont des potentiels individuels extrêmement différents, est une tâche que l'on peut pour le moins qualifier de «compliquée».

En tant que scientifiques chargés de la réglementation et d'administrateurs travaillant ensemble, notre tâche consiste à rendre simple ce travail compliqué. Si nous ne réussissons pas, nous n'auront aucune crédibilité vis-à-vis du public sur ce problème ou tout autre problème d'environnement.

Je vais vous parler de l'épidémiologie et de la toxicologie des PCDD et PCDF. Tout d'abord, je vous donnerai un résumé des divers effets que l'on constate sur les mammifères en général. Certains de ces effets sont plus évidents chez les humains; d'autres sont plus évidents chez les animaux. Je vous donnerai ensuite certains détails spécifiques concernant les études

effectuées chez l'animal suivis par certaines informations spécifiques concernant des études effectuées sur l'homme, une courte évaluation et quelques conclusions.

Pour nous résumer, les animaux exposés pendant de longues périodes à des PCDD et PCDF sont affectés par un syndrome de dépérissement. Cela entraîne une perte de poids, une faiblesse et une fatigue généralisées. On constate également une large gamme d'affections de la peau, y compris l'apparition de chloracné chez l'humain. Il s'agit d'une lésion apparentée à l'acné qui apparaît sur le visage, le dos et parfois sur les épaules et la poitrine. Les lésions ont des petites têtes noires et sont extrêmement disgracieuses. Un épaississement et une décoloration de la peau et une perte de cheveux se produisent également chez certaines espèces. Il s'agit là d'effets particuliers à certains organes, spécialement le thymus et le foie. Le thymus a tendance à être responsable de la fonction immunitaire et il diminue de volume lorsqu'il y a exposition à ce type de produits chimiques. Ainsi donc, le système immunitaire peut ne pas fonctionner normalement. Le foie a tendance à répondre en étant stimulé. Les enzymes entrent en activité, le métabolisme s'accélère et le foie grossit. Les cellules peuvent se transformer et, dans certains cas, des tumeurs se développent dans le foie.

Le système hématologique subit également certains changements pour certaines expositions. On a également enregistré des effets sur la reproduction et des effets tératologiques (un tératogène est quelque chose qui cause une malformation dans un foetus en développement).

On a également enregistré des cas de cancer pour des animaux ayant été exposés pendant de longues périodes; c.-à-d. une exposition à vie.

Les PCDD et PCDF peuvent également entraîner la production d'enzymes dans de nombreux organes. Vous lirez et entendrez souvent parler de la production d'enzymes à propos de ces produits chimiques. L'aryle hydrocarbone hydroxylase est une

enzyme transformant les drogues par métabolisme. Le degré avec lequel les divers dérivés PCDD et PCDF la mettent en activité correspond très bien avec la toxicité aiguë de ces mêmes dérivés. C'est pour cette raison qu'elle a été utile pour constater la toxicité.

Quelques détails maintenant sur la toxicologie animale. La toxicologie aiguë est basée sur des expositions uniques ou courtes. Il est important de comprendre qu'il existe une très large gamme d'effets selon les espèces et une large gamme de toxicités (voir figure 1).

Figure 1

Toxicité aiguë (DL_{50}) chez les mammifères

° Gamme	0,6 - 5 051 ug/kg de poids
° Toxicité relative :	comparé au 2,3,7,8-TCDD
	P_5 CDD/F 1 - 0,5
	H_6 CDD/F 0,1 - 0,01
	H_7 CDD/F 0,01 - 0,001
	D_2 CDD/F 0,001 - 0,0001
	T_3 CDD/F 0,001 - 0,0001
	M_1 CDD/F 0,00001 - 0,0000001
	O_8 CDD/F 0,00001 - 0,0000001

Si j'avais utilisé des données d'exposition aiguë sur les animaux, supposé que ces quantités étaient toxiques pour l'humain et transformé celles-ci pour un individu de 70 kg, le nombre de gouttes concentrées mortelles pour l'humain serait compris entre un millième de goutte et sept gouttes. Je pense que cela vous donne une idée de la toxicité aiguë des PCDD et PCDF.

Si vous ajoutez du chlore, en dehors de ceux qui apparaissent dans les quatre positions latérales de chaque côté de la molécule, vous commencez à perdre de la toxicité comme l'indique la figure 1. De même, si ces quatre positions latérales sur les deux molécules de benzène ne sont pas occupées, vous commencez à perdre de la toxicité.

Qu'en est-il de la tératogénécité et des effets sur la reproduction que l'on constate avec ces substances? Les PCDD et PCDF ne semblent pas être tératogènes, c.-à-d. capables de causer des malformations de développement permanentes chez le nouveau-né. On a constaté des palais fendus chez des souris mais non chez les rats exposés aux 2,3,7,8-T_4CDD et T_4CDF. En dehors de cela, seuls les D_2CDD et H_6CDD ont démontré une certaine tératogénécité et à des concentrations plus élevées que la 2,3,7,8-T_4CDD.

Les PCDD et PCDF peuvent causer des effets toxiques sur le foetus et l'embryon comme la formation de fluides dans les tissus, des aberrations dans le fonctionnement des reins, des hémorragies, des fausses couches et un poids faible à la naissance chez plusieurs espèces, y compris les primates. Même s'il est prudent de considérer le 2,3,7,8-TCDD ou autres 2,3,7,8 PCDD et PCDF comme tératogènes, il existe peu de données confirmant cela. Il existe des bases légèrement plus solides pour confirmer que ces produits sont toxiques pour le foetus.

Les 2,3,7,8-TCDD et H_6CDD entraînent des anomalies dans les fonctions de reproduction. Dans une étude portant sur plusieurs générations de rats, on a constaté des réductions de l'incidence des grossesses, de la taille des portées et des poids à la naissance et de la survie néonatale. La fertilité de la progéniture était également affectée. Chez les singes Rhésus, on a constaté une diminution du taux de gravidité, une augmentation du taux d'avortement et une réduction de la fertilité des mâles à la suite d'une exposition chronique à 50 parties par milliard de 2,3,7,8-TCDD.

Le potentiel mutagène des PCDD et PCDF n'est pas complètement résolu. Toutefois, il semble clair que la 2,3,7,8-T_4CDD comporte assez peu de risques d'endommager les chromosomes ou de causer des mutations. Cette déclaration est contraire aux évaluations effectuées par ceux qui ont effectué des rapports basés sur des découvertes positives uniques dans des

cultures bactériologiques et néglige l'incidence totale des preuves émanant de toutes les études.

On a beaucoup insisté sur les effets cancérogènes des PCDD et PCDF. À ce jour, seuls les dérivés de trois groupes isomériques de PCDD ont été testés. La 2,3,7,8-T_4CDD entraîne des tumeurs et des lymphomes du foie chez les rats et les souris lorsque le produit est administré oralement. Les rates sont les plus sensibles et ont développé des tumeurs à 0,01 microgramme par kilogramme de poids du corps par jour. Un mélange de 2,3,7,8-substitué hexachlorodibenzo-p-dioxine s'est également avéré cancérogène chez les souris et les rates. La 2,7-D_2CDD n'était pas cancérogène pour les rats et les études chez les souris n'ont amené aucune conclusion.

Passons maintenant aux humains. Il ne fait aucun doute que les PCDD et PCDF sont des substances extrêmement toxiques pour l'homme. Toutefois, les expositions enregistrées à ce jour n'ont pas entraîné beaucoup d'effets permanents dramatiques. Les effets les mieux connus et les mieux étudiés ont été ceux de l'accident de Seveso en Italie, où une cuve de réacteur de trichlorophénol a surchauffé et explosé, entraînant la formation d'une large gamme de dérivés, dont de la 2,3,7,8-T_4CDD, qui sont retombés comme une plume au vent sur l'usine. Des années après l'accident, les principaux effets ont été résumés en quatre catégories. Les effets dermatologiques, tels que la chloracné, la décoloration de la peau et l'épaississement des paupières, ont confirmé l'exposition d'humains. Des effets modérés ont été rapportés sur le foie, le pancréas et les systèmes respiratoire, urinaire et cardio-vasculaire. On a également observé des changements métaboliques. Enfin, des effets neurologiques ont été rapportés, comprenant de légères pertes de certains sens, une faiblesse générale, une fatigue, l'impotence et la perte de libido. Aucun effet immunotoxique n'a été rapporté dans une étude sur 48 enfants exposés, même si 24 d'entre eux ont été atteints de chloracné.

La chloracné a été l'effet le plus homogène sur les personnes exposées à de grandes quantités de PCDD et PCDF. Cet état peut durer pendant plusieurs années. Sur les 193 personnes qui ont souffert de chloracné à la suite de l'exposition à Seveso en 1977, environ 10 % en souffrent encore sept années plus tard.

Une des principales préoccupations des scientifiques et du public est de savoir si l'exposition aux PCDD et PCDF peut entraîner une mort prématurée ou des effets sur les fonctions de reproduction. À ce jour, aucune étude n'a établi clairement une relation entre une telle exposition de l'homme et un décès. L'incident de Seveso n'a pas entraîné d'augmentation de la mortalité mais n'a pas encore entraîné une augmentation des cas de cancer. Toutefois, la période de latence a été courte.

Un accident survenu en 1949 dans une usine de fabrication de trichlorophénol a entraîné l'exposition d'environ 250 travailleurs et on a enregistré le développement de cas de chloracné chez la moitié de ceux qui avaient été exposés. Trente ans plus tard, 32 travailleurs de ce groupe sont morts sans augmentation apparente des décès dus à des néoplasmes malins. Ceci est inférieur aux 46 décès prévus dans ce groupe.

Une étude récemment terminée sur 2 192 travailleurs exposés à des PCDD/PCDF n'a révélé aucune augmentation de la mortalité (370 contre 396) et aucune augmentation du nombre de néoplasmes. Une étude spéciale portant sur environ 15 % de ces travailleurs souffrant de chloracné a conduit à un résultat similaire (33 observés contre 39,5 prévus, 6 cancers observés contre 8,9 prévus).

Six autres études, la plupart contenant des petits groupes exposés n'ont enregistré aucune augmentation évidente des cancers ou de la mortalité après des périodes de latence de 10 à 28 ans. Trois études indiquent des augmentations des cancers et lymphomes de l'estomac, mais il s'agissait en l'occurrence d'expositions à une large gamme de produits chimiques organiques chlorés. En raison du manque de précision en ce qui concerne les

concentrations et les périodes d'exposition et, en raison de la taille réduite des groupes, ces études ne peuvent pas être utilisées pour confirmer ou réfuter les effets cancérogènes pour les humains des PCDD et PCDF.

On a parlé d'effets sur la reproduction relatifs aux expositions ayant suivi l'accident de Seveso, l'utilisation de l'Agent Orange au Vietnam et celle du 2,4,5-T. Des rapports concernant des troubles de la reproduction et des anomalies à la naissance restent non corroborés pour l'instant. L'exposition de centaines de japonais à Yusho (Japon) à de l'huile de riz contaminée par des BPC et PCDF a entraîné de nombreux cas de chloracné et de manifestations dermatologiques et une diminution du poids des nouveaux-nés. Ces nouveaux-nés ont récupéré leur poids normal au bout d'un an. Les estimations récentes, provenant d'un groupe de travail de l'Organisation mondiale de la santé, indiquent que les victimes avaient consommé 0,01 à 0,05 microgramme par kilogramme de poids par jour des 2,3,7,8-substitués PCDF.

Même si les allégations concernant les effets sur l'appareil reproductif comportent peu de preuves, je pense qu'il existe une certaine tendance dans les données obtenues à partir des animaux et des humains qui indique que nous devrions être extrêmement prudents en matière d'effets sur la reproduction.

Évoquons maintenant les évaluations. Que faites-vous des données concernant les humains qui sont peu concluantes? Que faites-vous avec les données concernant les animaux pour essayer de les extrapoler et de les appliquer aux humains, en particulier lorsqu'il s'agit de rongeurs -- étant donné que personne parmi nous ne veut être considéré comme un rat.

Nous avons énormément de difficultés à évaluer les expositions dans les études portant sur l'homme. En fait, il n'existait aucune donnée en 1945, en 1949 ou en 1952 pour nous indiquer combien de personnes ont été exposées. Nous ne pouvons donc pas utiliser ces informations pour déterminer quelles sont les concentrations d'exposition «dangereuses» ou «sécuritaires».

Je pense que les données sur les animaux sont raisonnablement convaincantes en ce qui concerne la tétrachloro-2,3,7,8 dibenzodioxine. Il existe des informations marginales pour l'hexachlorodibenzodioxine substitué en positions 2,3,7,8 et nous disposons en réalité de données extrêmement récentes pour tout autre composé.

Pour des fins d'évaluation, nous pouvons utiliser l'étude sur la reproduction chez les rats qui a été effectuée sur trois générations successives et nous pouvons probablement utiliser également les essais biologiques de carcinogénécité impliquant des expositions pendant toute la vie de rats. De plus, si nous prenons la concentration n'ayant entraîné aucun effet observable en matière de tumeurs ou de résultats sur l'appareil reproductif, nous pourrions utiliser un nanogramme par kilogramme de poids par jour.

Il existe ensuite deux façons d'appliquer à l'homme ces informations sur l'animal. Nous pouvons appliquer les facteurs d'incertitude. Il s'agit de facteurs affectés de façon arbitraire en utilisant le meilleur jugement scientifique possible, qui sont appliqués à la concentration (maximale) sans effet observé (CSEO) chez les animaux pour obtenir une concentration inférieure qui ne devrait pas avoir d'effet sur les humains. Le genre de facteurs d'incertitude pris en considération ici étudierait les différences de sensibilité entre les rongeurs et les humains, la sensibilité chez les espèces humaines et le fait que les effets sur l'appareil reproductif et les tumeurs constituent des effets raisonnablement significatifs.

Une autre méthode consiste à effectuer une estimation des risques, qui est une extrapolation mathématique utilisant divers modèles -- au Canada, nous utilisons actuellement le modèle Robust Linear -- et en fixant une sorte d'exposition pour les humains basée sur un risque très faible, peut-être un risque de 10^{-5}. Un risque de 10^{-5} est équivalent à une augmentation d'un cancer par rapport aux antécédents pour 100 000 personnes exposées.

En conclusion, les 2,3,7,8-substitués PCDD et PCDF sont extrêmement toxiques pour les animaux et nous devrions considérer qu'ils sont également très toxiques pour l'homme.

Nous devrions considérer qu'ils sont également des agents cancérogènes probables pour l'homme, sur la base des données constatées sur les animaux et les données non prouvées sur l'homme. Dans ce cas, il vaut mieux pécher par excès de prudence.

Nous devrions supposer que ces produits risquent d'avoir des effets sur la reproduction et être satisfaits qu'ils entraînent des effets toxiques réversibles, bien que certains de ces effets réversibles tels que la chloracné se prolongent très longtemps.

Nous devrions nous assurer que les expositions de l'homme sont maintenues aussi faibles que possible. Nous ne voulons pas de PCDD et de PCDF autour de nous et nous devrions réduire notre exposition à ces produits. Sur la base d'un nanogramme par kilogramme de poids que nous avons obtenu des expériences effectuées sur les animaux, et en utilisant des estimations de risque ou des facteurs d'incertitude, les expositions de l'homme ne devraient pas excéder 2 à 10 picogrammes par kilogramme de poids par jour.

Brenda Birmingham va maintenant vous expliquer de quelle façon vous choisirez de vous assurer que cette exposition journalière n'est pas dépassée.

EXAMEN DE LA RÉGLEMENTATION

Dr Brendan Birmingham
Coordonnatrice des normes
Direction de la coordination des normes
sur les polluants dangereux
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

Vous venez d'entendre les excellentes contributions des précédents orateurs sur la diversité des différents types de dioxines et de furannes, les problèmes rencontrés lors de leur analyse, les niveaux chez l'homme, dans les pesticides et dans les déchets industriels et municipaux, dans la nourriture, les sources de combustion et l'environnement et, plus récemment, la toxicologie. Tout cela est extrêmement compliqué, n'est-ce pas?

Il est clair que ces produits chimiques peuvent s'accumuler dans les poissons, les oiseaux, les sédiments, les sols, qu'ils peuvent être transportés dans l'environnement sur des particules de l'air et former des suspensions dans l'eau. Les Canadiens sont exposés à ces produits chimiques par un certain nombre de voies : dans la nourriture, l'air, l'eau, le sol et les produits de consommation. Nous devons tenir compte de tout ces facteurs lorsque nous établissons des règlements afin de contrôler notre exposition à ces produits chimiques.

En réponse à ces problèmes, l'Ontario a créé en 1982 la direction pour laquelle je travaille, la Direction de la coordination des normes sur les polluants dangereux. L'un de ses mandats est de coordonner la mise au point de normes environnementales multimilieu, qui constituent un départ pour l'approche traditionnelle dans laquelle des normes à milieu unique (l'air, l'eau ou la nourriture) sont habituellement conçues par des groupes indépendants.

Pour la plus grande partie de mon exposé, je m'en tiendrai à l'expérience de l'Ontario.

Le processus réglementaire, tel qu'il est perçu par la Direction de la coordination des normes sur les polluants

dangereux, fait partie d'une stratégie globale de contrôle des déchets qui implique quatre étapes.

La première étape est l'identification des risques, au cours de laquelle nous utilisons des informations préliminaires sur la toxicologie et les risques d'exposition pour fixer l'ordre de priorité dans la mise au point des normes. Il est évident que cette étape est terminée depuis longtemps dans le cas des dioxines et des furannes.

L'étape suivante est constituée par l'analyse des risques, au cours de laquelle nous étudions tous les critères scientifiques, sur la base de ce que l'on trouve dans la documentation, et nous examinons les effets toxiques et les relations entre les concentrations et les effets. De plus, nous examinons les risques d'exposition, sur la base de ce que nous avons trouvé en ce qui concerne les niveaux dans les différentes sources environnementales.

Nous examinons tous les milieux et récepteurs environnementaux afin de découvrir le récepteur le plus sensible et, dans le cas de dioxines et furannes, nous nous sommes jusqu'à présent limités à l'homme en tant que récepteur. Toutefois, cela ne signifie pas que, dans le cas où nous trouvons un autre récepteur environnemental approprié, nous ne nous en occuperons pas. À la fin de l'étape d'analyse des risques, nous pouvons en déduire une sorte de niveau acceptable d'exposition ou d'ingestion. En ce qui concerne cette étape du processus, des études scientifiques sur les dioxines et les furannes ont été élaborées par l'Ontario, le Québec et le gouvernement fédéral pour traiter certains de ces aspects de l'étude scientifique des dioxines.

Nous appelons la troisième étape l'étape d'évaluation des risques. À ce moment-là, nous étudions toutes les données scientifiques et essayons d'en tirer une logique pour fixer les niveaux. Nous commençons également à prendre en compte les facteurs socio-économiques et techniques pour fixer des normes.

Au cours de cette phase, une décision majeure consiste à fixer les niveaux d'exposition selon les différentes voies. C'est également au cours de cette étape que nous pouvons consulter le public sur ce qu'il pense de notre méthode d'évaluation des risques.

La dernière étape concerne la gestion des risques une fois que nous avons fixé nos normes, à savoir la mise en vigueur et l'application de ces normes.

Je vais concentrer mes propos principalement sur les deuxième et troisième phases, l'évaluation et la gestion des risques.

L'Ontario a eu un certaine expérience dans la mise au point de directives et de règlements pour les dioxines et furannes dans un seul milieu. Par exemple, nous avons adopté en 1981, la directive fédérale pour la consommation de poissons de pêche sportive. En 1983, l'Ontario établissait les premières directives en Amérique du Nord pour les dioxines et les furannes dans l'air ambiant. Nous avons publié notre document de critères scientifiques en 1985. En 1986, l'Ontario mettait au point des directives intérimaires sur l'eau potable. Ces directives avaient été établies en collaboration avec Santé et Bien-être Canada et utilisaient l'approche multimilieu et la méthode d'équivalence toxique indiquée dans le document de critères scientifiques de l'Ontario.

Si vous vous apprêtez à prendre une décision de réglementation, vous avez besoin d'une base homogène pour procéder. Je vais effectuer un survol de ce que nous avons fait en utilisant ce qui avait été conçu dans les documents de critères scientifiques; mais je ne voudrais pas donner l'impression que l'Ontario a été seule pour accomplir cette tâche. Nous avons eu d'excellentes relations de dialogue et de consultation avec Santé et Bien-être social Canada et avec Environnement Canada.

Laissez-moi vous décrire l'approche que nous avons adoptée en matière d'analyses de risques dans notre document de

critères scientifiques. Deux types parallèles de processus ont été utilisés pendant l'évaluation. L'un est l'évaluation de la toxicologie que nous avons utilisée comme base pour calculer un niveau acceptable d'absorption en utilisant les types de méthodes qu'Andy Gilman vient de décrire. Ceci nous donnait une dose journalière acceptable maximum pour toutes les dioxines et furannes de toutes les sources, qui assurerait une protection adéquate de la santé, pour une exposition pendant toute une vie.

L'autre aspect de l'évaluation comprenait une étude des niveaux environnementaux et des voies d'exposition.

Lorsque nous arrivons à la fin de ces deux procédures parallèles, nous pouvons comparer nos niveaux d'ingestion calculés avec le niveau d'exposition. Si le niveau d'exposition dépasse ce que nous pensons qu'il aurait dû être, nous devons déterminer le contrôle nécessaire.

Il existe deux problèmes majeurs en ce qui concerne l'élaboration de règlements pour les dioxines et les furannes. J'appellerai le premier un problème de «mélange» auquel chacun a fait allusion. Ce problème est commun à tous les différents types de dioxines et de furannes ainsi qu'à la gamme de toxicités différentes trouvée. Le type de milieu auquel nous sommes tous exposés contient des mélanges et nous ne pouvons pas ignorer le problème de mélanges. Tout ce que nous pouvons faire c'est nous concentrer sur le 2,3,7,8-TCDD parce qu'on le retrouve souvent avec les autres produits. Nous rencontrons un problème parce que la plupart de nos informations en matière de toxicologie sont basées sur le 2,3,7,8-TCDD et nous devons trouver un moyen de prendre un mélange et de le transformer en quelque chose que nous connaissons.

Une solution à ce problème était de créer un système d'équivalence toxique. De cette façon, vous pouvez prendre mathématiquement les niveaux analysés, les multiplier par un facteur et les transformer en quelque chose que l'on peut comparer au 2,3,7,8-TCDD. La dose journalière maximale en Ontario est formulée en termes d'équivalence toxique.

La formule que nous avons développée est maintenant basée sur l'hypothèse que nous disposons juste assez de données d'analyse pour nous indiquer le contenu total en dérivés pour chaque groupe de chlorations. Au fur et à mesure que la technologie analytique progresse, que nous disposons de plus en plus d'informations sur certains isomères et que nous pouvons mieux faire la distinction entre ceux qui sont toxiques et non toxiques, des formules équivalentes toxiques plus détaillées vont voir le jour. En fait, nous disposons d'une qui a été récemment mise au point par le Dr Grant de Santé et Bien-être social Canada.

L'autre problème majeur en matière de réglementation de ces substances est ce que j'appellerais le problème «d'ubiquité». Comme l'ont bien montré les autres orateurs, des milliers de dioxines et de furannes se trouvent dans tous les milieux environnementaux et il existe de nombreuses voies pour l'exposition humaine : inhalation, ingestion et contact à travers la peau.

Une décision majeure lorsque vous fixez des normes, d'un point de vue multimilieu, est de déterminer de quelle façon on assimile notre dose journalière totale et comment celle-ci se divise selon les différentes voies d'exposition. En conséquence, comment pouvons-nous créer des règlements pour chacun des milieux associés avec chacune des principales voies?

La figure 1 vous donne une idée de l'étape suivante après avoir délimité les principales voies d'exposition par les principaux moyens d'exposition que nous pouvons réglementer et vous donne des exemples du type de règlement que l'on peut rédiger. Ces calculs d'exposition prennent en considération les quantités de TCDD et les quantités équivalentes des autres dioxines et furannes pouvant être inhalées, ingérées ou absorbées à travers la peau.

L'Ontario est passée par cette sorte d'exercice lorsque nous avons conçu le document de critères scientifiques, mais il est apparu que de nombreux organismes sont impliqués : organismes nationaux, organismes internationaux et juridictions provinciales sont également impliqués dans le contrôle des dioxines provenant

de diverses sources. Il est évident que l'on peut tirer beaucoup d'avantages à collaborer à la création d'objectifs nationaux uniformes.

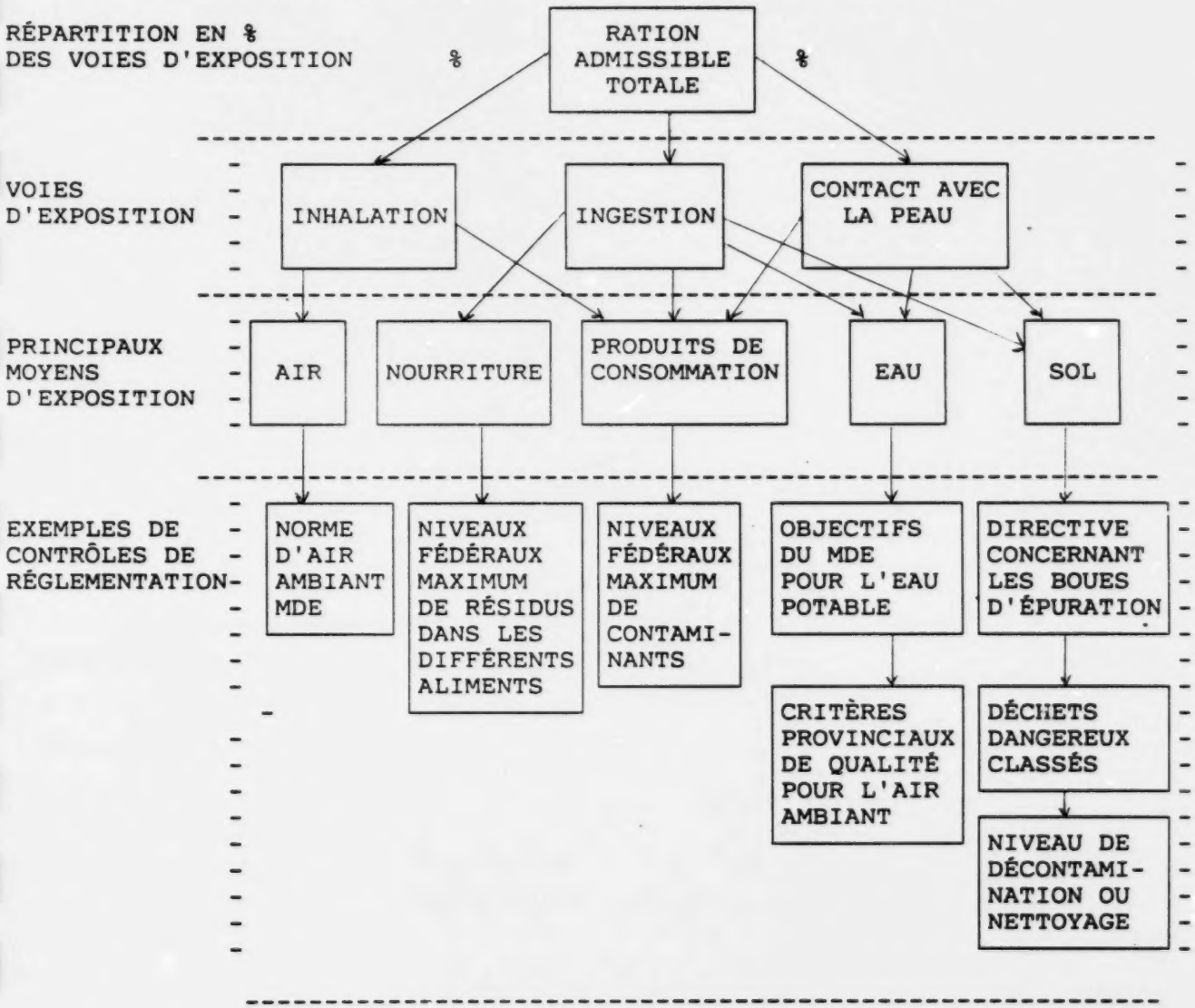
En ce qui concerne le Canada, la principale mesure dans cette direction était la création d'un groupe de travail fédéral/ Ontario afin de mettre au point des normes environnementales nationales multimilieu. Ce groupe a utilisé le document de critères scientifiques de l'Ontario pour définir la dose journalière acceptable (DJA) et utilisait cela comme base pour développer des normes environnementales nationales.

La première phase du travail a été d'examiné les normes multimilieu pour elles-mêmes. Nous avons créé un document qui contient plusieurs recommandations ou principes pour développer des normes multimilieu. Je ne ferai que survoler que quelques-uns de ces principes.

L'hypothèse de base est que si vous vous préparez à appliquer des directives multimilieu, le point de départ devra être une dose journalière acceptable. Lors de l'évaluation d'une telle dose, nous désirons voir quels sont les effets toxiques associés avec chacune des principales voies d'exposition. Quelles sont les contributions relatives à chacun des moyens d'exposition? Existe-t-il des sous-populations spéciales dont nous devrions nous occuper étant donné qu'elles pourraient être exposées à des quantités différentes en raison de leur âge, de leur sexe, de leurs origines ethniques, de leur statut socio-économique ou de l'endroit où elles habitent?

Nous devrions également tenir compte des expositions à des mélanges de produits chimiques pouvant conduire à des interactions qui augmentent les risques entraînés par un produit chimique. Dans le cas des dioxines et des furannes, nous avons mis au point une formule d'équivalence toxique afin de traiter ce genre de problème.

FIGURE 1
MISE AU POINT DES NIVEAUX DE CONTRÔLE RÉGLEMENTAIRES



Les principes-guides indiquent également les considérations socio-économiques ayant un effet sur la répartition de la dose journalière selon les différentes voies. Par exemple, la faisabilité économique et technique du contrôle des diverses sources indique que nous devrions tenir compte de la voie d'exposition la plus facile à contrôler. Lorsque, par exemple, nous examinons les sources d'incinération, il est évident que les gouvernements peuvent beaucoup plus facilement contrôler les sources municipales et industrielles que certaines autres sources telles que les feux de forêt.

Lorsque l'on fixe des directives, on devrait également tenir compte des limites actuelles de détection analytique. Il est possible que nous finissions par fixer des normes en dessous des limites actuelles. Normalement, nous ne voulons pas nous occuper de cela mais si nous nous trouvons en face d'un effet d'amplification dans la chaîne alimentaire, ou si nous avons une source connue mais ne pouvons pas détecter les contaminants dans l'air ambiant ou le sol près de la source, il est possible que nous devions fixer un seuil en dessous de ce que nous pouvons mesurer.

Il existe plusieurs avantages à la méthode multimilieu : il s'agit en particulier du fait que nous prenons en considération l'exposition totale et la maintenons en dessous d'un niveau de dose maximale admissible, que les évaluations de risques et les décisions sont compatibles et qu'en combinant nos efforts dans une seule évaluation scientifique complète, nous profitons des meilleurs avis techniques disponibles et évitons de faire les choses deux fois.

Pour conclure, une décision majeure dans la procédure de fixation des normes est la répartition des niveaux d'exposition entre les diverses voies d'exposition. L'approche multimilieu pour fixer des normes a plusieurs avantages : elle constitue une approche logique de l'évaluation des risques; elle prend en considération les expositions totales et elle évite de faire le

travail deux fois. Une telle approche peut impliquer la participation de plusieurs organismes et nécessiter beaucoup de travail. Même si cela est difficile à mettre au point en raison d'obstacles organisationnels, il n'est cependant pas nécessaire de refondre les organismes de réglementation. L'approche nécessite une coordination et la participation d'une équipe d'experts multidisciplinaires, ce qu'on a obtenu avec le groupe de travail fédéral/Ontario.

Il est possible que cela prenne plus de temps pour créer des normes de cette façon, mais on dispose ainsi d'une base uniforme pour la protection du public et de l'environnement. Nous disposons aujourd'hui d'une équipe multidisciplinaire d'experts et j'espère que nous pourrons vous aider à aller de l'avant pour prendre des décisions sur la façon de contrôler ces substances.

SECTION 2

DEUXIÈME SÉANCE PLÉNIÈRE - RAPPORTS DES ATELIERS

RAPPORT DE L'ATELIER SUR LA TECHNOLOGIE DU CONTRÔLE

Ron Gott - Animateur
Raynald Brulotte et Walter Giles - Rapporteurs

Résumé

Raynald Brulotte. Lors de notre atelier des technologies de contrôle, nous avons tout d'abord identifié les sources potentielles de dioxines. Les principales catégories sont la combustion ou incinération, les sources chimiques et les sources historiques.

Sources de combustion ou d'incinération

À l'intérieur de la catégorie combustion, l'ordre de priorité est les ordures ménagères, les déchets dangereux, les déchets biomédicaux, la récupération de conducteurs et les boues d'épuration. Il semble que pour ces cinq sources, des options de contrôle existent déjà.

Il est nécessaire d'obtenir plus d'informations en ce qui concerne les autres sources de combustion comme la combustion des boues d'usines de fabrication de papier kraft ou les sous-produits des émissions des véhicules automobiles, les chaudières de récupération de liqueur noire et les hauts fourneaux. Nous avons également inclus les fonderies d'aluminium et l'industrie des ferro-alliages étant donné que leurs procédés de fabrication utilisent beaucoup de coke, qui contient de faibles concentrations de chlore, essentiel à la formation des dioxines.

Sources chimiques

En ce qui concerne les sources chimiques, nous avons identifié l'utilisation du pentachlorophénol dans la préservation des bois en tant problème primordial. Venaient ensuite les effluents des usines de traitement des eaux usées, y compris l'utilisation du chlore en tant que désinfectant. Notre troisième priorité était constituée par les aérosols, les usines de traitement des eaux usées et, en quatrième position, les autres produits organiques halogénés comme les composés organo-bromés.

Les décharges constituent également une source chimique importante. Nos deux derniers sujets dans cette catégorie sont la formulation du 2,4-D et l'utilisation du 2,4-D.

Nous avons besoin de plus d'informations sur les quatre premiers membres de cette catégorie.

Sources historiques

En ce qui concerne les sources historiques, la première priorité est constituée par le bois traité utilisé, suivie par les BPC et les sites industriels abandonnés et, enfin, les résidus de dragage. De plus, nous avons besoin de plus d'informations sur toutes les sources à l'exception des BPC.

Contrôles

Pour les sources pour lesquelles un contrôle est proposé, nous devons identifier les options, identifier les travaux déjà en cours et en évaluer les ramifications avant de faire des recommandations ou propositions de mise en place. Dans le cas où des informations complémentaires sont nécessaires, nous devrons déterminer le type d'informations nécessaires et l'objectif de ces informations avant de faire des recommandations.

Pour les cas dans lesquels des options de contrôle sont applicables -- ordures ménagères, déchets dangereux, déchets biomédicaux et boues d'épuration -- des programmes devraient être mis au point pour compléter ceux déjà en place. Il faut évaluer la technologie actuelle de façon à ce que les installations existantes puissent être modernisées et éventuellement être conformes aux mêmes critères que les installations neuves.

Le CCMRE devrait continuer son programme actuel visant à encourager les efforts des organismes de contrôle individuels. Le CCMRE devrait également s'impliquer plus dans la coordination des efforts visant à traiter les déchets biomédicaux.

Besoins en informations

En ce qui concerne les cas pour lesquels des informations complémentaires sont nécessaires, nous devons déterminer tout d'abord si la source potentielle représente réellement un problème.

Dans le cas des usines de pâtes et papier par exemple, nous devons effectuer une étude des pratiques actuelles. Nous devons obtenir les caractéristiques des boues et des cendres afin de voir si d'autres produits sont présents avant de s'occuper de la cheminée. Nous devrions essayer d'effectuer ce travail en tant que projet conjoint avec l'industrie.

En ce qui concerne les hauts fourneaux et les activités similaires, nous devrions tout d'abord effectuer des échantillonnages des cendres du séparateur électrostatique pour analyser la présence de dioxines. Nous devrions également essayer de coopérer avec l'EPA américaine qui effectue des tâches similaires.

Les véhicules automobiles constituent bien sûr un problème interprovincial et national. Les informations nécessaires sont les émissions pour les essences au plomb et sans plomb utilisées dans les véhicules avec et sans convertisseur catalytique. Nous devrions avoir également certaines informations sur les additifs pour essence et devrions prélever des échantillons des résidus solides d'échappement afin de détecter la présence de dioxines.

En ce qui concerne la récupération des conducteurs, il s'agit d'un domaine général où un certain contrôle est nécessaire. Les options sont connues mais les conséquences ne le sont pas.

Considérations détaillées (sources chimiques)

Walter Giles. En ce qui concerne les sources chimiques, nous pensions que pour trois d'entre elles nous pourrions faire quelque chose immédiatement : 2,4-D en matière d'utilisation, 2,4-D en matière de formulation et les BPC. Pour tout le reste, nous avons pensé que nous avions de plus d'informations.

(a) 2,4-D

En ce qui concerne l'utilisation du 2,4-D, la pureté du produit a déjà été améliorée suite aux mesures récentes prises par Agriculture Canada. Le ministère étudie actuellement le 2,4-D et l'Ontario a terminé son étude et, suite à cela, a

indiqué que l'Ontario continuera certainement d'autoriser l'utilisation du 2,4-D pour un an au moins.

Si l'on suppose que le produit continuera d'être utilisé, nous pensons que son contrôle devrait être resserré par des moyens tels qu'un meilleur étiquetage et une augmentation de l'éducation du public.

Nous avons également besoin d'un certain contrôle pour identifier les utilisations dangereuses. Cela aura un impact économique limité sur l'utilisateur et entraînera certains coûts en ressources pour les organismes chargés de la réglementation, comme par exemple une augmentation du personnel chargé du contrôle pendant la saison d'application. Toutefois, cela aura des avantages à long terme puisqu'on agira dans le cadre d'une amélioration générale de l'application des pesticides et des herbicides. Tout progrès réalisé ici également recevoir d'autres applications.

Les membres du CCMRE mettre en place les propositions indiquées plus haut pour partager leur expérience et les information.

En ce qui concerne la formulation du 2,4-D, nous indiquons simplement que le gouvernement fédéral devrait envisager de définir les problèmes de formulation et de distribution, puis mettre au point des contrôles et un code d'utilisation. Nous recommandons également des activités éducatives et de contrôle similaires à celles indiquées pour l'utilisation du 2,4-D.

(b) <u>BPC</u>

En ce qui concerne les contrôles sur les BPC, nous rappelons simplement que le CCMRE a un plan d'action sur les BPC et que nous devrions nous y conformer. Le CCMRE a également un plan d'action en ce qui concerne les déchets dangereux, dont une partie traite des émissions résultant de la destruction des BPC. Nous devrions également nous y conformer. Cela signifie que nous devons mettre au point et promulguer des normes d'incinération. Cela aura un impact économique important

mais, néanmoins, il s'agit de quelque chose que nous devons réellement faire.

(c) Protection/préservation des bois

Il existe un certain nombre de domaines pour lesquels nous pensions que nous ne disposions pas d'informations suffisantes. Le premier est l'utilisation des PCP dans le domaine de la protection des bois. Nous avons fait une distinction entre les usines de protection des bois et de préservation des bois parce que nous pensons qu'il y a une légère différence dans les termes en matière de contrôle.

Dans le domaine de la protection des bois, particulièrement en Colombie-Britannique, un code a été établi et est maintenant appliqué en ce qui concerne l'application de produits de préservation dans des endroits tels que les scieries. Un code national est en cours d'élaboration.

En ce qui concerne les informations nécessaires, nous devons encore rechercher l'impact des usines de traitement et des pratiques d'entreposage sur l'environnement et la santé afin d'élaborer une base pour des pratiques de contrôle. Le CCMRE devrait s'assurer que nous mettons tous en place les programmes indiqués ci-dessus, même si cela risque d'être coûteux.

En ce qui concerne les usines de préservation des bois, un code national est également nécessaire. Nous n'avons pas besoin d'autres informations. Nous pouvons élaborer un code national avec ce que nous savons et le CCMRE devrait s'assurer que les provinces appliquent le code dès qu'il sera disponible.

En termes d'actions de suivi, nous devons informer l'industrie des nouvelles exigences, indiquer au public les actions entreprises et organiser des séminaires de transfert de connaissances. Ensuite, nous devrons effectuer des enquêtes et prendre des mesures de réglementation si nécessaire.

(d) Composés aromatiques halogénés

Nous devons enquêter sur l'importance des produits organiques halogénés tout au long de leur cycle de vie afin de découvrir les problèmes : Environnement Canada devrait prendre un rôle de chef de file.

Sources historiques

Une autre catégorie de problèmes que nous avons notés est constituée par les usines et les et les résidus de dragage abandonnées. Ces deux types de problèmes nécessitent des actions similaires. Il s'agit de sites particuliers, et nous devons donc tout d'abord déterminer où ils se trouvent, puis déterminer les impacts environnementaux de chaque cas. Une fois le problème défini, des solutions possibles doivent être identifiées et faire l'objet d'un rapport pour que l'organisme approprié puisse s'en occuper. Dans ce cas, nous pensons que les gouvernements fédéral et provinciaux devraient s'occuper de ces études.

Autres questions

Trois autres catégories ont été identifiées par notre groupe. Premièrement, il existe une grande quantité de bois traité utilisée dans tout le pays. Nous devons effectuer une enquête sur l'importance des impacts possibles. Nous pensons que les gouvernements fédéral et provinciaux ont un rôle à jouer pour déterminer la portée et la nature du problème. Des programmes de contrôle devraient être élaborés si nécessaire. Ceci ne sera pas facile en raison des nombreuses utilisations du bois traité et des problèmes potentiels pouvant exister de diverses façons : l'impact sur l'environnement aquatique, les terres, les animaux dans les granges. Il s'agit d'une des sources de dioxines dans la nourriture.

En ce qui concerne les usines de traitement des eaux usées, nous avons besoin d'une analyse équilibrée des masses qui entrent et sortent des usines et nous devons connaître la forme des rejets. Nous avons besoin de comprendre l'importance de l'impact de chacune de ces émissions. Ensuite, il est évident que nous devrions améliorer les contrôles opérationnels pour les points

d'émission à différentes étapes dans l'activité des usines de traitement.

La gestion des boues est un domaine qui a sans aucun doute besoin de contrôles et des pratiques de chloration correctes doivent être mises au point, si elles ne sont pas satisfaisantes à l'heure actuelle. Selon la stratégie industrielle municipale de l'Ontario pour le programme Abatement et l'étude «Metro Sludge» de Hamilton, nous pensons que nous devrions déterminer l'exactitude de nos informations pour la mise en place de contrôles. Un partage des informations entre les membres du CCMRE contribuera à cette procédure. Nous sommes conscients qu'il existe une prolifération des décharges partout dans le pays et chacun d'entre nous devra sans aucun doute déterminer l'importance de chaque produit de lixiviation ou émissions aériennes, par évaporation ou combustion. Le but est évidemment de définir et déterminer la portée du problème par l'intermédiaire du Comité de coordination de la recherche du CCMRE qui devrait élaborer son mandat et un plan d'étude pour atteindre cet objectif.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE L'ATELIER DES TECHNOLOGIES DE CONTRÔLE

1. Le contrôle du 2,4-D devrait inclure :
   - un meilleur étiquetage;
   - une meilleure éducation du public;
   - un contrôle des changements dans la fabrication et l'utilisation;
   - un partage des données entre tous les membres du CCMRE; et
   - une évaluation des pratiques de fabrication pour les améliorer.
2. Le contrôle des BPC devrait inclure :
   - la mise en place d'un plan d'action sur les BPC; et
   - la mise au point de normes d'incinération.
3. Les codes nationaux en cours d'élaboration pour les activités de protection du bois et les usines de préservation du bois devraient être finalisés, adoptés par les provinces et communiqués à l'industrie et au public.
4. Lorsque les informations sur les sources sont nécessaires, le CCMRE devrait établir les caractéristiques et déterminer la portée du problème par des contrôles et analyses, en développant des options de contrôle et en recommandant des solutions à l'autorité compétente.
5. Des informations supplémentaires sont nécessaires sur les sources de dioxines suivantes :
   - usines de papier kraft;
   - émissions de véhicules automobiles;
   - chaudières de récupération de liqueur noire;
   - hauts fourneaux;
   - les BPC dans la protection du bois;
   - les effluents des usines de traitement des eaux;
   - les aérosols des usines de traitement des eaux usées;
   - les autres produits organiques halogénés;
   - les décharges;
   - le bois traité par les BPC utilisés;
   - les sites industriels abandonnés; et
   - les résidus de dragage.

RAPPORT DE L'ATELIER DES NORMES

Ivy Wile - Animateur
Victor Santora - Rapporteur

Manque de normes

Le premier domaine à problèmes est le manque de normes. Nous n'avons tout simplement pas de normes pour de nombreuses voies d'exposition. Là où des normes existent, (ex. les directives provisoires sur l'air de l'Ontario), elles sont basées sur l'hypothèse que l'homme n'est pas exposé à d'autres sources de dioxines et de furannes.

Des normes ou directives nationales sur l'environnement devraient être élaborées pour les principaux moyens d'exposition (air, sol, eau, nourriture), pour la protection de la santé humaine. Veuillez noter que nous utilisons le terme «norme» de façon générique. Il pourrait s'agir de directives, codes ou d'un autre mot.

Une approche multimilieu devrait être utilisée pour élaborer ces normes (pour s'assurer que l'exposition humaine par toutes les voies d'exposition ne dépasse pas une dose admissible globale). Les niveaux devraient être fixés sur une base nationale; au moins les limites supérieures devraient être basées sur des adultes moyens ou sur des secteurs moyens de la population. Ensuite, sur la base de ces exigences minimales nationales, les provinces pourraient affiner les normes en fonction de sites particuliers ou pour des sous-groupes particulièrement sensibles : les autochtones qui consomment beaucoup de poissons, les femmes enceintes ou les bébés par exemple.

En clair, ces normes ou directives ne doivent pas être considérées comme des autorisations de polluer jusqu'à un certain niveau : elles sont en réalité des objectifs en dessous desquels on doit viser et non pas au-dessus.

Un autre problème est constitué par le fait que de nombreux paramètres d'exposition de base sont utilisés pour

l'élaboration de normes et sont incompatibles selon les juridictions. Par exemple, certaines normes sont basées sur un adulte de 60 kg, d'autres sur un adulte de 70 kg. Nous recommandons que des paramètres uniformes tels que le poids d'un adulte moyen, la consommation d'aliments ou d'eau potable par jour, etc., soient adoptés pour tout le Canada.

Un autre problème concerne le fait que les dioxines et les furannes existent sous forme de mélanges dans l'environnement. Afin de déterminer la toxicité totale de ces mélanges, certains systèmes de facteurs d'équivalence toxique (FET) sont nécessaires. Les FET sont utilisés pour convertir de façon mathématique les niveaux mesurés des autres dioxines et furannes en un nombre qui nous donne une estimation de la toxicité du mélange selon le produit le plus toxique, ex. 2,3,7,8-TCDD. On recommande qu'un seul système de FET soit adopté pour tout le Canada afin d'obtenir un calcul uniforme de la toxicité totale d'un mélange. De plus, on devrait s'efforcer de mettre en place un système international de FET.*

Contrôles de conformité

Le second problème concerne les contrôles. Il existe un manque de capacité analytique dans tout le pays pour contrôler la conformité aux normes qui peuvent exister. Nous manquons également de confiance dans certaines des données qui sont mises au point.

Nous encourageons le développement de laboratoires régionaux qui disposent des capacités analytiques pour les dioxines et furannes. Nous recommandons également que des protocoles nationaux soient développés pour l'assurance de la qualité et le contrôle, l'échantillonnage, les méthodes d'analyse et les échantillonnages sur place. Nous disposerons ensuite d'une base commune pour interpréter nos résultats et pourront faire confiance à la qualité des analyses de dioxines dans tout le pays.

* Un accord international sur un FET unique a été atteint.

En raison des coûts élevés nécessaires pour construire les laboratoires appropriés, il serait plus rentable de créer d'abord des laboratoires régionaux dans les régions clés, plutôt que d'établir un laboratoire dans chaque province. En plus d'être une mesure de réduction des coûts, l'activité de contrôle devra être orientée par problème, et axée sur les domaines préoccupants.

Autres besoins

En ce qui concerne les autres priorités en matière de recherche, nous pensons qu'il est nécessaire de mettre au point des systèmes d'essais biologiques. Nous avons besoin d'établir et de déterminer l'importance des effets sur le corps des dioxines et des furannes chez l'homme et les autres biotes. Une base de données raisonnablement complète n'existe que pour le 2,3,7,8-TCDD. Les données sur les autres dioxines et furannes sont limitées. Nous avons besoin de données toxicologiques supplémentaires pour affiner nos FET et améliorer notre compréhension des effets des mélanges sur la santé.

La création de réseaux constitue un autre aspect clé de notre problème de normes. Pour l'instant, les experts ne disposent probablement pas des possibilités qu'ils pourraient ou devraient avoir pour se parler. Les gens passent beaucoup de temps à produire des données mais les informations ne sont pas transmises à ceux qui en ont besoin. La création d'une base de données complète est coûteuse et demande beaucoup de temps.

On suggère que le CCMRE crée un mécanisme de coordination pour la planification du travail, pour le partage des données et pour assurer une perspective canadienne ou une vue mondiale sur les informations existantes. Il existe encore beaucoup de lacunes dans les données et la création d'un réseau aiderait à remplir ces lacunes.

En ce qui concerne les communications, le problème est que des informations inconsistantes et contradictoires sur les dioxines sont souvent publiées dans les médias et auprès du public. De plus, nous ne profitons pas de certaines possibilités de publier

de bonnes nouvelles, comme une certaine tendance à la diminution de la quantité de dioxines dans le poisson. Si nous ne faisons pas reconnaître le mérite de nos propres actions, personne ne le fera à notre place.

Conclusions

Quelques conclusions générales : premièrement, il est temps de mettre en place une initiative assez importante pour préparer un rapport «d'état de l'environnement» sur les dioxines - tout ce que nous en savons relié sous une même couverture afin d'assurer une certaine perspective au problème.

Les principaux porte-parole dans les différents domaines de connaissances devraient être identifiés pour que les bonnes informations soient adressées aux gens qui en ont besoin. Ceci permettra à l'information d'être transmise dans les délais, d'être factuelle et nous empêchera de nous contredire nous-mêmes. Nous devons créer une liste d'adresses spécialisée dans les dioxines à l'intérieur du gouvernement et peut-être également à l'extérieur du gouvernement. Le mécanisme pourrait se faire par l'intermédiaire du CCMRE et devrait certainement se faire également par l'intermédiaire de chaque organisme effectuant des travaux sur les dioxines.

Une autre chose qui nous aiderait à éviter des surprises entre les différentes juridictions serait, dans la mesure du possible, de s'informer mutuellement à l'avance de toute action imminente : la publication d'un rapport ou de conseils en matière de santé par exemple. De cette façon, nous pourrions conserver des informations exactes et homogènes.

Nous devrions envisager d'utiliser les séminaires et ateliers pour l'éducation du public ou pour celle de certains auditoires-cibles particuliers.

Étant donné que nous sommes aux prises avec un problème énorme, et en considérant la quantité d'argent dépensé pour les dioxines, il serait conseillé et ce serait également le moment de

dépenser un peu d'argent en conseils professionnels, sur la façon de communiquer au public les informations que nous produisons.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE L'ATELIER SUR LES NORMES

1. Des normes nationales sur le milieu ambiant (directives, codes) devraient être mises au point en utilisant une approche multimilieu.
2. Des laboratoires régionaux capables d'analyser les dioxines sont nécessaires.
3. Des protocoles nationaux pour des procédures analytiques fourniraient une base de données homogène et fiable.
4. Un système normalisé de facteurs d'équivalence toxique devrait être mis au point.*
5. Le CCMRE devrait créer des mécanismes de coordination pour partager les données et assurer une perspective nationale à de nombreux problèmes.
6. Il est nécessaire de créer des systèmes de tests biologiques.
7. Les communications devraient mettre l'accent sur les bonnes nouvelles; ceci pourrait se faire par l'intermédiaire d'un rapport sur «l'état de l'environnement».
8. La publication des informations devrait être mieux coordonnée en prévenant à l'avance les autres scientifiques, délégations de porte-parole et une liste d'adresses «dioxines» devrait être tenue à jour par le CCMRE.
9. On devrait envisager d'utiliser des conseillers professionnels en communications et ainsi que des séminaires, et mettre en place des stratégies d'information.

* On est arrivé à un accord international sur un système unique de FET.

RAPPORT DE L'ATELIER SUR LES QUESTIONS RÉGIONALES
M. John E.K. Ward - Animateur
Simone Godin - Rapporteur

L'atelier sur les questions régionales relatives aux dioxines était axé sur la discussion des grands sujets suivants :

- sources, expositions et incidences
- ressources analytiques en chimie
- communications
- technologies de contrôle
- normes, lois et règlements
- facteurs économiques

La majeure partie de l'atelier a été consacrée à discuter de chacun de ces points, les deux dernières heures ayant été passées à examiner les lacunes dans les données et capacités relatives aux PCDD et PCDF ainsi qu'à réunir un ensemble d'observations et de conclusions.

Sources, expositions et incidences

La plus importante constatation au cours des discussions sur les aspects régionaux des sources, expositions et incidences des PCDD et PCDF a été que, sauf l'Ontario, la plupart des provinces n'ont pas une idée claire des sources spécifiques, des niveaux ambiants typiques et des incidences humaines et/ou environnementales de ces produits chimiques. Bref, la majorité des provinces ne savent pas si les dioxines causent des problèmes chez elles.

Aussi les questions ont-elles été beaucoup plus nombreuses que les réponses. Par exemple, certains participants se sont interrogés sur l'ampleur des sources potentielles suivantes de PCDD et PCDF : combustion à basse température du bois contaminé aux chlorophénols, bouilloires à liqueur noire dans les papeteries, incinérateurs de fils récupérés. D'autres participants ont posé des questions restées sans réponse au sujet de l'importance de plusieurs sources potentielles de dioxines industrielles, comme les anciennes installations de

Page 99

... traitement ~~des~~ bois et de formulation des pesticides, décharges d'effluents des usines de pâtes et papier et aciéries. On a également pris en considération une exposition possible aux PCDD et PCDF par les sources municipales telles que la combustion à l'air libre des déchets, les incinérateurs d'ordures, les boues d'effluents de traitement des eaux usées ou les incinérateurs de boues de traitement.

Ressources analytiques en chimie

L'incapacité générale de l'atelier à répondre à ces sortes de questions semblait pour une large part avoir pour origine un manque évident de données de contrôle sur les hommes, l'environnement et les sources, et également un manque d'outils pour décider quels sont les données et impacts importants. Habituellement, les représentants provinciaux indiquaient que le gouvernement ne disposait pas des ressources suffisantes pour effectuer les analyses chimiques des PCDD et PCDF et n'avaient pas accès aux installations d'analyse adéquates au Canada.

L'atelier a étudié plusieurs options pour améliorer la situation. En particulier, on a noté qu'on avait besoin de méthodes moins coûteuses et plus rapides d'analyse des PCDD et PCDF, de méthodes de dépistage rapides, et de bons programmes d'assurance et de contrôle de la qualité.

Communications

Un certain nombre de points intéressants se sont faits jour pendant la discussion sur les stratégies de communication pour les PCDD et PCDF. On a fait remarquer que les aspects positifs des programmes canadiens sur les dioxines pourraient être communiqués de façon plus efficace.

Le groupe a également observé que dans le contexte d'une stratégie de communications, les PCDD et PCDF pourraient être souvent traités dans le cadre d'un problème plus large, tel que la préservation des bois ou l'incinération des ordures ménagères et

il n'est pas toujours nécessaire ni souhaitable de traiter des PCDD et PCDF séparément.

Enfin, on a envisagé des méthodes destinées à assurer de meilleures communications avec le public et à l'intérieur de la communauté scientifique et technique. Ce point a été soulevé en partie parce que certains participants pensaient que leurs juridictions manquaient d'expérience en matière de PCDD et PCDF et désiraient avoir un meilleur accès aux sources d'informations sur les dioxines.

Technologies de contrôle

On a rapidement traité des méthodes de contrôle des PCDD et PCDF, par l'intermédiaire des contrôles des sources et des méthodes de gestion des déchets. On a suggéré par exemple que des technologies de gestion des déchets pourraient être élaborées et utilisées sur une base régionale ou nationale, plutôt que province par province. Toutefois, on a rapidement réalisé que l'atelier sur les technologies de contrôle et le plan d'action sur les déchets dangereux du CCMRE traitaient déjà de ce problème de façon adéquate, et que l'atelier sur les problèmes régionaux n'avait pas besoin de le traiter plus à fond.

Normes, lois et règlements

Dans cette section, on a reconnu l'effort national en vue de créer des normes multimilieu pour les PCDD et PCDF. À ce propos, on s'est interrogé sur le besoin de fixer une définition régionale d'une dose journalière acceptable pour les PCDD et PCDF, en fonction de l'importance relative des différentes voies d'exposition. Par exemple, alors qu'une province peut avoir de faibles taux d'émissions de PCDD et de PCDF, une autre peut avoir de nombreuses sources qui contribuent à des niveaux relativement plus élevés de dioxines dans l'air. Une proposition destinée à traiter ce problème de différences régionales était de placer une étiquette nationale sur la dose admissible pour chaque voie d'exposition particulière.

Facteurs économiques

Les facteurs économiques n'ont pas fait l'objet de beaucoup de discussions dans l'atelier. Cela est en partie dû au fait qu'on connaît mal l'impact des PCDD et PCDF dans la plupart des provinces. Sans connaître les impacts humains et environnementaux, tout impact économique doit également être inconnu. Les coûts nécessaires pour tenir informés les scientifiques et techniciens gouvernementaux sur les PCDD et PCDF ont été considérés comme minimaux.

Observations et conclusions

1. Il est nécessaire de créer un groupe de travail permanent sur les dioxines, responsable devant le Comité directeur sur les substances toxiques du CCMRE. On a suggéré que des représentants de chaque province y participent.

   En raison du nombre important de questions restées sans réponse sur les sources, les expositions et les impacts, l'atelier a fortement recommandé la création d'un mécanisme destiné à identifier, fixer des priorités et effectuer des recommandations sur ces problèmes. On est tombé d'accord sur le fait qu'un groupe de travail sur les dioxines, qui comprendrait des personnes de chaque province connaissant bien les PCDD et PCDF, serait capable d'évaluer la situation dans une perspective nationale.

2. Les priorités immédiates de ce groupe de travail seraient de :
   - recommander des options pour évaluer si les provinces ont ou pas un problème de dioxines, en traitant les sources diffuses et ponctuelles, les niveaux ambiants et les impacts; et
   - identifier les déficiences régionales en matière d'analyses chimiques pour les PCDD et PCDF et recommander des options pour y remédier.

   Du point de vue de l'atelier sur les problèmes régionaux, il semble que la question principale est de savoir si la province a ou non un problème de PCDD et de PCDF. Une partie de la

réponse à cette question, avec les coûts considérables qui y sont rattachés, est le contrôle des dioxines qui devrait être planifié de façon à ce que les sources potentielles, les expositions et les impacts les plus importants soient traités en premier. Un groupe d'experts connaissant bien la situation des dioxines dans tout le Canada semblait constituer un moyen intelligent pour recommander des priorités dans un tel programme.

Durant l'atelier, la discussion s'est concentrée de temps à autre sur les options envisageables pour que les provinces «dépourvues» puissent avoir accès aux ressources analytiques sur les PCDD et PCDF. La question de savoir si le public canadien et/ou le secteur privé devraient collaborer plus étroitement à cette responsabilité et si chaque province devrait établir des installations analytiques sur les PCDD et PCDF a fait l'objet de deux questions qui, selon le groupe, devraient être confiées à un groupe de travail sur les dioxines. Les participants ont mis l'accent sur le besoin d'un excellent contrôle de la qualité et pour que l'on développe des méthodes analytiques moins coûteuses et plus rapides, y compris des techniques de détection rapides.

3. Toutes les provinces ont besoin d'avoir accès aux connaissances scientifiques et techniques sur les problèmes de PCDD et PCDF. De nombreux représentants provinciaux ont indiqué que leurs gouvernements manquaient de connaissances en matière de dioxines et on a suggéré qu'un groupe de travail sur les dioxines pourrait également servir comme réseau national de partage de l'information.
4. Le côté positif de l'histoire des PCDD et PCDF au Canada n'a pas été communiqué de façon adéquate et il nécessaire de mettre l'accent sur ce point.
5. Les problèmes de PCDD et de PCDF ont besoin d'être communiqués d'une façon homogène, dans le contexte de problèmes plus larges.

Même si ces trois dernières observations n'ont pas reçu une priorité aussi élevée que les trois premières, l'atelier a néanmoins indiqué qu'elles devraient être communiquées en session plénière.

Selon les participants, on n'accordait pas suffisamment d'attention aux «bonnes nouvelles» en matière de dioxines. Par exemple, les succès enregistrés par le contrôle des niveaux de PCDD et de PCDF dans certains produits commerciaux, la baisse des niveaux de dioxines dans les Grands Lacs et la haute qualité des laboratoires d'analyse des dioxines qui existent au Canada devraient faire l'objet de communications au public lorsque l'occasion le permet.

On a également indiqué qu'il n'était pas nécessaire d'évoquer le problème des dioxines en tant que thème unique. Selon certains des membres de l'atelier, le fait d'évoquer les PCDD et PCDF dans le contexte d'un problème différent tel que l'incinération des déchets municipaux, les contaminants dans les effluents des usines de pâtes et papier ou les produits de préservation des bois placerait les PCDD et PCDF dans un contexte plus large et mieux adapté.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE L'ATELIER SUR LES PROBLÈMES RÉGIONAUX

1. On devrait créer un groupe de travail permanent sur les dioxines responsable devant le Comité directeur sur les substances toxiques.
2. Le groupe de travail devrait avoir des représentants de toutes les provinces.
3. Ses priorités devraient être les suivantes :
   - aider les provinces à évaluer si elles ont un problème
   - identifier les déficiences en matière de chimie analytique et les options pour les résoudre
   - travailler en vue d'obtenir un contrôle de la qualité et des méthodes de détection efficaces et d'un faible coût.
4. Toutes les provinces ont besoin d'avoir accès aux connaissances techniques.
5. Les informations techniques devraient faire l'objet de publicité par l'intermédiaire de communiqués de presse.
6. On devrait mettre l'accent sur le côté positif de l'histoire des dioxines au Canada.
7. Les dioxines devraient être traitées dans le cadre de problèmes plus larges, comme les ordures ménagères.

ATELIER SUR L'EXPOSITION DU PUBLIC

Dr A.Gilman - Animateur
Dr M. Boddington - Rapporteur

Cet atelier traitait à la fois de l'exposition des gens aux sources de dioxines et aux problèmes connexes de communication.

Sciences

Dans ce domaine, nous avons examiné deux problèmes de base : les voies d'exposition et le degré ou la gravité de l'exposition. Ces problèmes contenaient un certain nombre de sous-composants qui, tous, y contribuaient.

On s'est vite rendu compte qu'il existait une controverse grave sur la voie d'exposition (l'air ou la nourriture), qui contribuait le plus à l'exposition. Les participants ont conclu qu'une quantité importante de nouvelles données serait nécessaire pour résoudre ce problème. En fait, il n'existait aucune garantie que le problème puisse être résolu.

La gravité de ces risques constituait un autre domaine de préoccupations sujet à controverse. Deux sous-problèmes étaient constitués par la mise au point de nouvelles données toxicologiques et leur interprétation. Nous avons conclu que même si de nouvelles études toxicologiques étaient entamées immédiatement, elles n'auraient aucun effet sur la base de connaissances avant un minimum de cinq ans. En clair, les interprétations doivent être basées sur les connaissances actuelles et les risques doivent être évalués en conséquence. La justification d'une exposition réduite devrait être fondée sur la prudence, et non pas basée seulement sur une menace imminente pour la santé publique.

À partir des données scientifiques actuelles, les tendances mondiales en matière de niveau environnemental et d'exposition des humains ne sont pas vraiment claires. En dehors des méthodes en chronique valables sur les oeufs de mouette argentée du lac Ontario, la plupart des données sont sporadiques et ne se prêtent pas à une analyse en chronique. Si l'on considère

les dépenses énormes en capital prévues pour la technologie de lutte contre la pollution, le besoin de contrôler les niveaux de dioxines sur une base continue a été considéré comme essentiel en tant qu'affirmation que les niveaux, et par conséquent l'exposition, n'augmentaient pas et en tant que confirmation que les contrôles réduisaient les niveaux dans l'environnement.

Les participants à l'atelier ont dressé les grandes lignes d'un plan de recherche avec objectifs (figure 1). Le CCMRE devrait établir un groupe de travail pour développer les propositions et examiner les possibilités ainsi que les coûts et un calendrier réaliste.

FIGURE 1

PLAN DE RECHERCHE AVEC OBJECTIFS

1. Solution au problème des moyens d'exposition :
   - données destinées à favoriser les analyses multimilieu de l'air, de l'eau, du sol et des produits de consommation.
2. Solution du problème des sources :
   - quelles sont les sources à contrôler pour réduire l'exposition.
3. Identification des groupes les plus exposés :
   - pêcheurs sportifs,
   - femmes allaitantes
4. Contrôle des tendances dans l'environnement :
   - évaluer les progrès,
   - montrer les réductions,
   - améliorer la crédibilité.

Les participants se sont également intéressés aux conséquences envisageables si l'on ne traitait pas ces propositions. Le risque réel d'une augmentation du taux d'exposition et l'augmentation concomitante des effets ont été sérieusement envisagés. On a particulièrement mis l'accent sur les implications pour les sous-groupes à risques, tels que les nouveaux-nés nourris au sein. En raison du coût élevé des

programmes de contrôle, on est tombé d'accord sur le fait que de telles initiatives devraient être ciblées sur les sources à haute priorité. Le succès des programmes de contrôle ne sera mesurable qu'au cours des deux ou trois prochaines décennies, et non pas pendant les deux ou trois prochaines années.

Communications

Le besoin d'atteindre le public et de répondre à ses préoccupations a orienté les discussions sur les communications. Ce problème comprenait deux larges questions -- que communiquer et à qui.

En bref, le problème principal était «que communiquer». Au cours des années, il est devenu de plus en plus difficile pour le public de différencier la vérité de l'erreur dans la controverse scientifique sur les dioxines.

Les participants sont tombés d'accord sur le besoin de communiqués techniques qui publiciseraient les meilleures informations disponibles. Toutefois, il est encore plus important pour les scientifiques et les bureaucrates de communiquer leurs connaissances de façon plus efficace. La confusion du public est autant le résultat de l'ineptie de la bureaucratie et de l'attitude de la communauté scientifique vis-à-vis du public que celui d'une déformation des faits par les médias.

La création d'un plan de communications clair et unique a été considérée comme la meilleure façon de résoudre le problème des communications. Les grandes lignes de ce plan se trouvent à la figure 2, et celui-ci devrait être utilisé par le groupe de travail.

FIGURE 2

PLAN DE COMMUNICATIONS UNIFIÉ

1. Fiches d'information pour le public.
2. Fiches d'information pour les spécialistes techniques.
3. Groupe de travail national
   - donner un avis sur les problèmes,

- évaluer les nouvelles données,
- identifier les nouveaux problèmes,
- préparer les documents historiques,
- harmoniser les réponses,
- établir des rapports intérimaires,
- agir en tant que point de contact formel.

Les participants à l'atelier étaient persuadés qu'une réduction des niveaux d'exposition et de bonnes communications constitueraient un plan d'interventions curatives efficace (figure 3). On a dressé les grandes lignes de certains des besoins d'un tel plan, mais celles-ci doivent encore être développées.

FIGURE 3

PLAN D'INTERVENTIONS CURATIVES

- besoin d'une déclaration claire mais non incendiaire sur l'exposition des humains pour supporter le besoin de contrôles
- besoin de réduire l'exposition des humains
  - connaissances suffisantes pour réduire les sources
  - connaissances incertaines sur la quantité des réductions
  - connaissances insuffisantes sur les effets spécifiques
- besoin d'inclure les composés connexes aux dioxines
- besoin d'une politique intérimaire pour contrôler les principales sources avec la meilleure technologie applicable
- besoin d'un contrôle strict des produits
  - utilisation et contenu

Il est devenu clair au cours des discussions qu'il y avait des membres de l'atelier «informés» et d'autres «non informés». Les réactions de chacun étaient différentes et entraîneraient des réponses différentes aux demandes du public.

Ces bases de connaissances différentes font ressortir le besoin en réseaux gouvernementaux et scientifiques pour transmettre les informations aux centres régionaux. L'efficacité du réseau scientifique dépendra de la qualité des données disponibles et des domaines de compétence des différents membres.

RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS DE L'ATELIER SUR L'EXPOSITION DU PUBLIC

1. Un plan de recherche avec objectifs pour résoudre les problèmes suivants :
   - principales sources,
   - voies d'exposition,
   - groupes à risques
   - tendances environnementales.
2. Plan de communications :
   - coordination de la publication d'informations honnêtes et complètes
   - élaboration de feuilles de renseignements pour le public et de fiches d'informations techniques pour les scientifiques
   - création de réseaux d'informations techniques pour les scientifiques et pour les problèmes de politiques et de communications.
3. Un plan d'interventions curatives devrait inclure :
   - une déclaration publique sur l'exposition humaine,
   - une politique intérimaire sur le contrôle par la meilleure technologie applicable.

SECTION 3
RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS DES ATELIERS

RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS DES ATELIERS

Beverley Thorpe

L'objectif de nos ateliers était le suivant :

- identifier les priorités d'interventions dans les domaines scientifique, économique et réglementaire;
- identifier certains thèmes de communications; et
- traiter le sujet des points saillants et différences au niveau des régions.

Je pense que nous en sommes arrivés à des suggestions et commentaires traitant de tous ces sujets.

Sciences, économie et réglementation

L'une des priorités d'interventions identifiées dans le groupe d'exposition du public est qu'il existe un problème actuel d'exposition. Toutefois, il existe des manques dans les données et nous devrions orienter la recherche de façon à identifier les informations qui sont le plus nécessaires à la situation du Canada et traiter les variations régionales en matière de sources et d'exposition. Les différences régionales dans les capacités analytiques et, de plus, notre incapacité à analyser certaines dioxines et dibenzofurannes dans divers milieux, ainsi que les niveaux de détection dont nous avons besoin affectent notre capacité pour déterminer les niveaux d'exposition adéquats. Il nous manque beaucoup d'informations relatives à l'air ambiant, nous avons d'excellentes données sur l'eau mais très peu sur la nourriture. Certaines données sont disponibles sur certains produits de consommation et produits chimiques tels que les pesticides. Il existe certaines variations dans les données disponibles sur les sources conduisant à une exposition.

Les ateliers ont identifié les priorités en matière de contrôles développées sur la base des informations disponibles et des possibilités actuelles d'exposition dues aux sources de combustion, chimiques et historiques. Toutefois, il existe certaines limites techniques et scientifiques à notre capacité de

contrôler ces domaines et également de déterminer si nous avons ou non besoin de les contrôler.

En ce qui concerne les problèmes économiques, nous avons entendu au cours des exposés que l'analyse des dioxines est très coûteuse. Lorsqu'on a des ressources limitées, comme cela est toujours le cas lorsqu'il s'agit d'environnement et de santé, comment peut-on déterminer si les priorités sur les dioxines s'adaptent aux autres produits chimiques?

Un autre thème extrêmement utile est apparu selon lequel en raison des coûts élevés, nous devrions utiliser les données et les connaissances élaborées par d'autres. Le CCMRE devrait créer des mécanismes formels et informels de coopération et de partage des informations. Au moins deux groupes ont suggéré qu'une sorte de réseau de partage des informations formelles devrait être créé sous l'égide du CCMRE afin d'échanger des idées techniques et de développer des plans comme par exemple des laboratoires régionaux. Un tel partage contribuerait beaucoup à traiter des problèmes qui, autrement, seraient extrêmement coûteux.

Afin d'évaluer les avantages économiques possibles de questions telles que la technologie de contrôle, nous devons déterminer la gravité du problème et, savoir vraiment si nous devrions dépenser de l'argent sur cette question ou sur d'autres questions.

La troisième sous-catégorie de priorités d'interventions se situait dans le domaine de la réglementation. Il a été suggéré que les besoins en matière de réglementation sont renouvelés en utilisant l'approche du cycle d'évolution. Le CCMRE a passé beaucoup de temps à adopter l'approche du cycle d'évolution et le plan d'interventions des dioxines suit cette approche. Pour certaines des étapes, des dispositions réglementaires sont déjà en place. Il existe une réglementation pour les pesticides. Dans le domaine des transports, il existe des réglementation limitées pour les dioxines et les dibenzofurannes conformément à la Loi fédérale sur le transport des matières dangereuses. En ce qui concerne le

cycle d'évolution, des travaux sont en cours sur des codes de bonne pratique; des niveaux de contaminant maximums admissibles de dioxines sont fixés pour les pesticides et il existe des restrictions à l'utilisation de l'hexachlorophène, mais les besoins sont encore nombreux.

En ce qui concerne l'élimination des déchets, nous avons besoin de normes et de directives nationales pour les expositions environnementales ambiantes sur la base d'une approche multimilieu et pour les normes en matière de rejets et d'émissions afin de supporter le développement de la technologie de contrôle pour les sources comme l'incinération des ordures et l'élimination des déchets dangereux.

Communications

On a relevé un certain nombre d'excellents points concernant les besoins en communications. Les «bonnes nouvelles» représentent une possibilité de communication qui est souvent négligée. Nous avons tendance à réagir aux mauvaises nouvelles. Il est possible d'être plus actifs en matière de «bonnes nouvelles» appliquant les principes suivants :

- position du Canada en tant que chef de file dans les travaux analytiques, tels que le projet NITEP, et dans la mise au point des techniques de contrôle pour un certain nombre de milieux environnementaux;
- nous avons été actifs dans la mise au point de règlements comme par exemple pour les pesticides;
- mise au point de directives pour l'air ambiant en Ontario et d'objectifs pour l'eau potable;
- dans l'utilisation d'une approche multimilieu; et
- dans la création de facteurs d'équivalence toxique.

Un autre domaine de «bonnes nouvelles» est l'analyse des tendances environnementales indiquant une chute des niveaux de 2,3,7,8-TCDD dans le lac Ontario au cours des quinze dernières années. Ceci donne également une excellente base de données pour contrôler les changements futurs.

Les ateliers en sont arrivés à un certain nombre de conclusions sur les communications. L'une d'entre elle est que le problème des dioxines ne devrait pas être séparé des autres problèmes; il devrait être traité dans le contexte de problèmes plus larges tels que l'incinération des ordures ménagères. Une autre conclusion est que nous devrions être plus actifs en matière de publicité sur la disponibilité de l'information. Une excellente suggestion a été un rapport sur les dioxines et l'environnement, afin d'aider à placer l'information en perspective. Un point extrêmement important serait d'assurer des informations uniformes et homogènes. Il faudra beaucoup de temps pour corriger la désinformation qui se trouve déjà dans le domaine public. Nous perdons souvent notre crédibilité en essayant de changer la perception du public sur un problème.

Le partage, après en avoir informé les personnes concernées, des données et informations entre les membres du CCMRE constituera certainement un excellent effort de coopération; il aiderait à réduire les problèmes et assurerait des informations uniformes et homogènes.

On a suggéré que nous avions besoin d'aide en tant que scientifiques et techniciens pour communiquer au public ces problèmes difficiles. On a également indiqué que nous devrions communiquer avec le public sur les plans d'interventions curatives que nous avons l'intention de proposer.

Problèmes régionaux

Les points saillants régionaux comprenaient la reconnaissance qu'il existe de grandes variations en matière de capacités techniques et analytiques qui peuvent nous entraîner dans un certain nombre de problèmes. L'un de ces points est la disparité en matière de données d'exposition, parce que sans capacité analytique dans un domaine, il n'est pas possible de collecter des données de contrôle de l'air ambiant ni de connaître les taux d'expositions actuels. Étant donné que les renseignements disponibles sur la faune indiquent qu'il pourrait y avoir certaines

variations dans l'exposition, ceci affecterait la mise au point de normes nationales et la possibilité de fixer une dose admissible.

La principale conclusion de cette session a été la nécessité de former un groupe de travail permanent sur les dioxines responsable auprès du CCMRE et qui développerait et coordonnerait les actions futures. Le groupe sur les normes, pour pouvoir traiter les problèmes potentiels sur les variations d'expositions selon leur région, a suggéré que les normes nationales soient basées sur une exposition moyenne mais laissent la possibilité de fixer des normes plus sévères sur une base régionale afin de tenir compte des groupes à risques ou des expositions locales. Ce qui peut être une priorité d'action en Ontario peut ne pas en être une en Colombie-Britannique. Toutefois, il est important de noter que même s'il existe une grande variation des types de sources et des expositions, il existe également beaucoup de similarité.

Résumé

La constitution d'un réseau de techniciens et de personnes chargées de politiques est extrêmement important. Nous avons rassemblé ici des gens qui normalement n'auraient jamais eu la possibilité de se parler. Un certain nombre de participants ont fait remarquer que ce type d'approche pourrait être appliqué à d'autres problèmes du CCMRE qui pourraient ainsi bénéficier de discussions et de consensus sur une large base.

En vous rassemblant tous, nous avons atteint un certain nombre d'objectifs du Comité consultatif sur les substances toxiques et les sous-ministres et ministres du CCMRE recevront la contrepartie de ce que nous pensons que sont les problèmes, les priorités et nos suggestions de façon à obtenir une large base de conseils.

Enfin, il reste le problème du partage des connaissances techniques entre le personnel politique et les spécialistes. Il était particulièrement important de rassembler des cadres supérieurs et du personnel politique avec du personnel scientifique lors de cette réunion pour parler de ce sujet. Cela facilite

beaucoup la discussion parce que nous partageons maintenant certaines connaissances et compréhensions communes.

APPENDICE 1

LARGES EXTRAITS DES ARTICLES SOUMIS

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

1re SÉANCE. LES DIOXINES - SURVOL

Martin J. Boddington
Directeur, biotechnologie
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E7

Les dioxines sont devenues et demeurent un sujet brûlant d'actualité pour trois raisons : leur toxicité, leur ubiquité et leur association apparente avec les grands problèmes environnementaux. Le but de ce survol est de mettre en lumière certaines données scientifiques essentielles et certains accidents exemplaires qui maintiennent les dioxines sous les feux de l'actualité depuis 20 ans. Nous tenterons également d'examiner ce qui distingue la situation internationale de la situation canadienne.

Une dioxine est une molécule organique complexe qui contient un nombre variable d'atomes de chlore. Du fait de la variabilité du nombre des atomes de chlore et de leur agencement dans la molécule, on compte quelque 75 dioxines différentes, dont la mieux connue et la plus toxique est le tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD). Les dioxines diffèrent des dibenzofurannes du fait de la présence d'un oxygène supplémentaire. Les BPC sont

eux aussi structurellement très similaires aux dioxines et aux dibenzofurannes.

L'histoire des dioxines n'a pas de début vraiment marqué. On peut remonter jusqu'à la maladie oedémateuse des poussins qui a décimé des élevages de poulets américains vers la fin des années 1950. Les poulets mourraient d'une contamination de leur pâtée, mais il a fallu attendre la fin des années 1960 pour qu'on puisse identifier l'hexachlorodibenzo-p-dioxine comme l'agent responsable de cette maladie. En 1969, ce fut le tour de la contamination de l'herbicide phénoxy 2,4,5-T par du 2,3,7,8-TCDD. On a également établi un lien entre cet agent et le 2,4,5-trichlorophénol (TCP), utilisé comme intermédiaire dans la production du 2,4,5-T et de l'hexachlorophène. Vers la fin des années 1940, lors d'accidents industriels de production de TCP, les ouvriers touchés avaient présenté une affection cutanée appelée chloracné (acné furonculeuse). On a aussi signalé des cas de chloracné chez certains travailleurs touchés par les BPC. Au début des années 1970, la similitude d'action du 2,3,7,8-TCDD, des autres dioxines, des BPC et de leurs contaminants (les dibenzofurannes) était bien établie.

Les herbicides phénoxy 2,4-D et 2,4,5-T étaient en usage depuis les années 1940, en raison de leur efficacité à simuler les hormones végétales. Ils accélèrent la croissance, et la disparition, des plantes à feuilles larges. Durant les années 1960, l'armée américaine a utilisé au Vietnam les herbicides

phénoxy, mélangés suivant des formules précises (Agent Orange), comme défoliants. Cette utilisation de défoliants a déclenché des protestations durant cette période et beaucoup des idées actuelles du public reflètent les jugements moraux posés à cette époque. Deux faits ont soulevé les craintes du public et alimenté la controverse : d'une part, les défoliants contenaient en quantité notable (plusieurs parties par million) un contaminant extrêmement toxique, le 2,3,7,8-TCDD, et d'autre part les herbicides phénoxy étaient utilisés aux États-Unis même, dans les pâturages, les rizières et les forêts. Le débat concernant l'utilisation des herbicides phénoxy se poursuit encore. Au Canada, les limites imposées à l'utilisation du 2,4,5-T contenant du 2,3,7,8-TCDD et la réglementation relative à la teneur en dioxines du 2,4-D ont permis d'obtenir des produits beaucoup plus purs. Les restrictions provinciales ont abouti à une réduction supplémentaire de la quantité de 2,4,5-T utilisée au Canada, ce qui a amené l'annulation de l'homologation de ce produit au Canada en 1985.

Pendant de nombreuses années, il a été très difficile de détecter les résidus environnementaux de 2,3,7,8-TCDD. Au début des années 1970, la limite de détection des substances toxiques était de l'ordre de quelques parties par million (10^{-6}). Toutefois, il était rare de trouver du 2,3,7,8-TCDD à cette concentration. On ne disposait donc pas de données capables de soulever des craintes. Au milieu des années 1970, une série de résultats douteux signalaient la présence de 2,3,7,8-TCDD dans

l'environnement. Ces rapports ont soulevé une telle controverse chez les scientifiques en ce qui concerne leur validité, leur signification et les effets potentiels qu'il en a résulté un état de confusion considérable. La mise au point de matériel d'analyse plus sensible a permis d'abaisser la limite de détection courante à quelques parties par milliard (10^{-9}». Plus tard, la limite de détection du 2,3,7,8-TCDD est descendue à quelques parties par mille milliards (10^{-12}) puis à quelques parties par million de milliards (10^{-15}) en 1983. La recherche d'une identification précise des dioxines, et en particulier du 2,3,7,8-TCDD, a fait progresser la chimie analytique plus que toute recherche. Toutefois, à la fin des années 1970, lorsqu'on a enfin disposé de résultats validés concernant les dioxines, l'état de confusion et les préoccupations soulevés par les problèmes antérieurs subsistaient. Ils subsistent toujours.

Trois cas illustrent l'état de confusion et la controverse qui existaient dans le milieu des années 1970. Le premier cas concerne une enquête menée par des particuliers sur des avortements spontanés en Oregon, qui mettait en cause le 2,4,5-T utilisé lors de pulvérisations forestières. Bien que cette enquête ait été invalidée par la suite, les craintes du public sont restées considérables. L'utilisation du 2,4,5-T a été interrompue provisoirement aux États-Unis. Les comptes rendus des médias ont eu aussi un effet au Canada, où nous utilisions le 2,4,5-T pour traiter les forêts. L'Ontario, la Colombie-Britannique, le

Nouveau-Brunswick et la Saskatchewan ont arrêté l'utilisation du 2,4,5-T. La même controverse au Québec a provoqué l'arrêt des pulvérisations en Nouvelle-Écosse, un tribunal a déclaré n'avoir reçu aucune preuve des dangers présumés.

Le deuxième cas concerne un accident industriel de grande ampleur à Seveso, en Italie, où on fabriquait du TCP. Une partie considérable de la ville et de la campagne avoisinante a été contaminée, avec d'importantes pertes en animaux. Certains habitants de la ville, en particulier des enfants, ont souffert de chloracné et de troubles neurologiques. D'autres incidents de ce genre avaient déjà eu lieu en Europe et aux États-Unis, mais le lien entre le TCP, le 2,4,5-T, l'hexachlorophène et le 2,3,7,8-TCDD n'avait pas encore été clairement établi aux yeux du public, bien qu'il soit connu des milieux scientifiques depuis au moins 10 ans.

Le troisième cas concerne la décharge industrielle de Love Canada à Niagara Falls (New York). Par la suite, une autre décharge industrielle, celle de Hyde Park, a été identifiée dans la même région. Les craintes ont été surtout soulevées au début par les résidents de Love Canal craignant pour la santé de leurs enfants. Dans ce cas également, une étude épidémiologique, invalidée ultérieurement, a soulevé une controverse considérable en ce qui concerne les concentrations de contaminants. Le gouvernement a fini par reloger les résidents ailleurs, mais le débat continue. Le Canada s'est intéressé au problème de Niagara à la fin des années 1970 et au début des années 1980 grâce aux

progrès réalisés dans la détection de très faibles concentrations de 2,3,7,8-TCDD. Les concentrations de 2,3,7,8-TCDD détectées par Environnement Canada dans les oeufs de mouette argentée ont montré aux Canadiens que le problème du 2,3,7,8-TCDD n'était plus simplement un problème de décharges mal contrôlées, mais un problème de contamination généralisée de leur propre environnement. Dans ce cas également, le problème provenait de la production du TCP, du fait de l'élimination erronée des résidus de distillation du produit.

Ces trois cas ont certes joué un rôle très important pour attirer l'attention du public sur le 2,3,7,8-TCDD, mais les problèmes ne se sont pas arrêtés là aux États-Unis. En 1982, ce fut au tour de Times Beach (Missouri) d'avoir la vedette dans les médias. Ce cas également est lié à des résidus de distillation du TCP qui, mélangés à des BPC et à des huiles usagées avaient été pulvérisés sur le sol comme anti-poussière au début des années 1970. Ce problème s'était déjà manifesté des années auparavant dans le cas «du stade et des chevaux» : plusieurs chevaux étaient morts et des enfants étaient tombés malades après la pulvérisation de ce mélange dans un stade au début des années 1970. Dans le cas de Times Beach, les crues de l'hiver 1982 ont entraîné de la terre contaminée par du 2,3,7,8-TCDD dans une zone résidentielle. Le gouvernement américain a dû finalement reloger la population. Times Beach n'est que l'une des zones qui ont été traitées par le mélange, et l'ampleur du problème reste encore à déterminer.

Dow Chemical s'est retrouvée au centre de la controverse des dioxines et s'y trouve toujours. Cette société soutient que la pollution ne provient pas seulement des produits chimiques, mais également de leur combustion. À l'appui de cette thèse, Dow Chemical a publié «Trace Chemistries of Fire». Cette publication conclut essentiellement qu'ensemble, le carbone organique, le chlore, l'oxygène et une flamme provoquent la formation de traces de dioxines. La controverse scientifique demeure considérable sur plusieurs aspects scientifiques, mais les données disponibles à l'heure actuelle confirment cette conclusion. L'importance de la combustion comme source de dioxines reste cependant à établir.

La publication de Dow Chemical a permis d'élargir la perception du public sur la question des dioxines en soulignant le fait qu'il existe d'autres dioxines que le 2,3,7,8-TCDD. À cela s'est ajoutée l'annonce faite par Agriculture Canada et la présence de dioxines dans le 2,4-D en 1981. Ces dioxines, qui ne sont pas du 2,3,7,8-TCDD, sont considérées comme beaucoup moins toxiques que ce dernier. La relation historique entre le 2,4-D et le 2,4,5-T d'une part et l'Agent Orange d'autre part est venue obscurcir la question et, de ce fait, les dioxines présentes dans le 2,4-D continuent de soulever des craintes, même si leur teneur est réglementée par Agriculture Canada en vertu de la Loi sur les produits antiparasitaires.

Simultanément à l'annonce relative au 2,4-D en 1981, Santé et Bien-être social Canada a signalé la découverte de

dioxines dans le foie des poulets dont la litière de copeaux de bois était contaminée par le pentachlorophénol. La présence de dioxines dans le pentachlorophénol, produit de protection du bois, est connue depuis la fin des années 1960, période durant laquelle on les avaient identifiées comme la cause de la maladie oedémateuse des poulets.

Plus récemment, du fait de notre aptitude croissante à détecter les dioxines dans l'environnement, nous avons pris conscience de leur ubiquité. On a détecté des octa-dioxines dans l'eau de boisson en Ontario. Certains aliments comportent de faibles concentrations de dioxines dans cette province. Le lait maternel contient des dioxines. On se rend compte de plus en plus de l'importance de la combustion comme source de dioxines, l'incinération des déchets municipaux en particulier, mais aussi beaucoup d'autres types de combustion. On a découvert également de nouvelles sources de dioxines, comme les usines de pâtes et papiers, les aciéries et les moteurs diesel. Enfin, on recherche activement les dioxines au brome ou brome-chlore.

La question des dioxines s'est maintenant divisée en quelque 20 autres questions, dont certaines s'appliquent au Canada. Dans le monde entier, on a dépensé des centaines de millions de dollars sur la recherche concernant les dioxines, sur le nettoyage des dioxines, sur la lutte contre les dioxines et sur les dommages causés par les dioxines. En 1981, on estimait que, pour la première décennie (1970-1980), les dioxines avaient coûté

100 millions de dollars. En 1985, on estime que les dioxines ont coûté leur premier milliard de dollars. Étant donné la complexité et l'ampleur du problème, où le Canada doit-il concentrer ses efforts? C'est exactement le sujet de ce colloque.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

2e SÉANCE. ANALYSE

Helle Tosine
Directeur
Services de laboratoire
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
125, chemin Resources
Rexdale (Ontario)
M9W 5L1

Il y a vingt ans, le groupe des substances que l'on appelle couramment, sinon à juste titre, «dioxines» semblait relever strictement du domaine du laboratoire, ne paraissant au grand jour qu'à l'occasion d'un petit nombre d'accidents industriels. Aujourd'hui, le mot «dioxines» a trouvé sa place dans les grands titres des journaux et dans les bulletins de nouvelles. Le public associe à ces substances une variété d'images : pulvérisation aérienne de pesticides, eaux d'infiltration des décharges industrielles abandonnées, fumées des incinérateurs et des chauffages domestiques, etc. Mais l'image dominante est celle de la toxicité extraordinaire des polychlorodibenzo-p-dioxines et des polychlorodibenzofurannes (PCDD/PCDF), que démontrent les essais effectués sur les animaux. C'est cette toxicité même qui a mené les spécialistes de la chimie analytique à mesurer des concentrations de l'ordre de quelques parties par million de milliards (10^{-15}). Pour cela, il a fallu mettre au point un

matériel d'analyse quantitative entièrement nouveau permettant des mesures fiables. Il faut mesurer une grande variété de types d'échantillon pour obtenir les données requises par les analyses de tendance et d'effets environnementaux, pour évaluer l'exposition des personnes ou des animaux ou pour faire un bilan de risques et d'avantages dans les prises de décision. Le chimiste a dû répondre à ces besoins et doit résoudre les difficultés suivantes :

(i) obtenir des mesures reproductibles de faibles concentrations de substances organiques complexes en présence de concentrations beaucoup plus élevées de substances similaires, pour une variété de types d'échantillon;

(ii) obtenir un grand nombre de points de mesure aux concentrations ultra-faibles, dans de brefs délais;

(iii) procéder à des comparaisons entre les données obtenues par le grand nombre d'organismes qui procèdent actuellement à des analyses de dioxines.

Nous allons discuter ici de la portée et des limites de l'analyse des dioxines et dibenzofurannes chlorés (CDD/CDF). Nous placerons l'accent sur :

(i) les problèmes d'obtention des échantillons;

(ii) la complexité des analyses d'échantillons environnementaux et biologiques;

(iii) le coût du matériel d'analyse et du personnel de soutien.

Les données d'analyse sont à la base de l'évaluation de l'exposition d'espèces-cibles, en particulier l'espèce humaine, et de l'environnement en général. Il est crucial de comprendre la complexité et les limites techniques de l'obtention de données validées sur les dioxines et les furannes en faibles concentrations, quand vient le moment d'interpréter ces données. Une bonne compréhension des limites inhérentes à la mesure des faibles concentrations permettra de meilleures décisions dans les domaines de l'environnement et de la réglementation.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

3e SÉANCE. CONCENTRATIONS DANS LES TISSUS HUMAINS, LES ALIMENTS ET L'ENVIRONNEMENT

Ross J. Norstrom
Chef
Section de la chimie de l'environnement
Centre national de recherche sur la faune
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E7

John J. Ryan
Division de la recherche sur les aliments
Bureau d'innocuité des produits chimiques
Direction générale de la protection de la santé
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

INTRODUCTION

On a commencé à s'intéresser aux polychlorodibenzodioxines (PCDD) comme contaminants de l'homme et des aliments au début des années 1960, quand on s'est aperçu qu'ils appartenaient à la catégorie des produits chimiques responsables de plusieurs cas de toxicité observés chez des fabricants de 2,4,5 trichlorophénol, ainsi que de la maladie oedémateuse qui avait tué des millions de poulets aux États-Unis en 1957. En raison de la toxicité extrême du TCDD, on recherche les concentrations de l'ordre de la partie par milliard (10^{-9}) ou par mille milliards (10^{-12}). Jusqu'à la fin des années 1970, la chimie analytique était incapable de mesurer couramment des concentrations aussi faibles. La base de données sur les concentrations de TCDD dans les tissus humains, dans les aliments et dans l'environnement est donc plutôt récente dans l'histoire de ce problème.

D'autres PCDD qui comportent un atome de chlore aux positions 2,3,7,8 se classent aussi parmi les produits toxiques, mais leur toxicité diminue par rapport au TCDD à mesure que l'on ajoute des atomes de chlore aux autres positions (maximum de 8) de la molécule. On cherche également à mesurer les concentrations de polychlorodibenzofurannes (PCDF) chez l'homme et dans l'environnement étant donné que les sources, les propriétés chimiques et la toxicité des PCDF sont similaires dans certains cas à celles de PCDD. Certains BPC ont des propriétés toxiques analogues à celles des PCDD et PCDF. Selon des résultats récents, il semble que la majorité des cas de toxicité de type TCDD dans la faune pourraient être dus à quelques BPC mineurs. La base de données reste toutefois très limitée et nous nous restreindrons donc ici aux PCDD et aux PCDF.

Les moyens suffisamment sensibles pour détecter les 75 PCDD et les 135 PCDF dans des échantillons n'existent que depuis les années 1980 et demeurent encore limités. Néanmoins, le Canada se classe parmi les pays les plus avancés en matière de moyens d'analyse qualitative et quantitative, après les États-Unis, au niveau de la Suède, de l'Allemagne, de l'Italie et du Japon, mais avant la Grande-Bretagne et de la France.

CONCENTRATIONS DANS LES TISSUS HUMAINS ET DANS LE LAIT MATERNEL

Les PCDD à quatre, cinq, six, sept et huit atomes de chlore par molécule (tétra-, penta-, hexa-, hepta- et octa-CDD) se retrouvent dans tous les tissus adipeux humains de la population

des pays industrialisés comme le Canada, les États-Unis, la Suède, l'Allemagne et le Japon. On trouve des concentrations typiques de 500 à 1 000 x 10^{-12} pour le penta-CDD et de 1 à 10 x 10^{-12} pour le tétra-CDD. Tous les PCDD identifiés comportent des atomes de chlore aux positions 2,3,7,8 (configuration toxique). Par contre, les échantillons non biologiques comme les cendres volantes des incinérateurs municipaux contiennent de nombreux PCDD qui ne sont pas chlorés à ces positions. Les concentrations de PCDD dans le lait maternel sont comparables à celles des tissus adipeux contenant un poids égal de matières grasses, soit environ 0,03 fois la concentration dans les graisses (poids humide). Les concentrations des PCDD moins chlorés, en particulier du TCDD, sont fortement liées à l'âge. C'est la conséquence de la rétention à long terme de ces composés dans tout l'organisme. La demi-vie du TCDD est évaluée à six ans environ chez l'homme. Les tissus adipeux de la population actuelle de Chine et les tissus d'Inuit gelés depuis 100 ans ne présentent que des concentrations très faibles ou indétectables de PCDD. Il en résulte que l'utilisation moderne de certains produits chimiques et les activités industrielles dans les pays développés sont à l'origine des PCDD présents dans les tissus adipeux. Les PCDF, essentiellement le 2,3,4,7,8-penta-CDF et le 1,2,3,4,7,8-hepta-CDF se retrouvent également dans les tissus humains, mais en général à des concentrations inférieures à 50 x 10^{-12} dans les graisses.

CONCENTRATIONS DANS LES ALIMENTS

Les tissus humains présentent un type de contamination par les PCDD et les PCDF similaire à celui observé pour certains aliments, mais différent en général de ce que l'on note chez les poissons et dans la faune. C'est une preuve nette des origines différentes de ces contaminations. Les études portant sur les PCDD et les PCDF dans l'alimentation totale sont peu nombreuses. Les résultats d'une étude canadienne signalant la présence de PCDD et de PCDF dans les fruits frais n'ont pas encore été confirmés. Le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario auront terminé une étude sur les PCDD dans les aliments en mai 1987. Lors d'une étude japonaise récente, on a trouvé des concentrations faibles d'isomères non toxiques du TCDD dans les légumes, le riz et le blé, le poisson, le boeuf, le porc, le poulet et les oeufs. Le porc contenait un octa-CDD, tandis que le poulet et les oeufs contenaient une variété de PCDD (généralement non toxiques) à des concentrations inférieures à 10×10^{-12}. Les tétra-CDD non toxiques proviennent probablement de l'herbicide CNP, très utilisé au Japon. Lors d'une étude canadienne sur les concentrations de PCDD et de PCDF dans la viande de porc et de poulet, on a trouvé essentiellement des hexa-, hepta- et octa-CDD et CDF, qui proviennent probablement du bois traité avec le pentachlorophénol et utilisé dans la charpente des étables et dans les litières. Il est fort peu probable que des sources atmosphériques (combustions) soient à l'origine de la majorité des PCDD et PCDF fortement

chlorés que l'on trouve dans la population en général. Dans l'étude japonaise dont on a parlé précédemment, on calcule que 6 % seulement de l'apport total des PCDD dans les tissus humains pourraient provenir de l'air et que les oeufs de poule pourraient être responsables de 28 % de l'apport total. Les aliments susceptibles de contenir des PCDD atmosphériques précipités, par exemple la viande de boeuf et le lait de vache, ne comportent que des concentrations très faibles ou indétectables de PCDD, sauf dans le cas des bovins mis au pacage au voisinage immédiat d'un incinérateur. La source et le véhicule du TCDD présent en faibles concentrations dans les tissus humains sont encore inconnus. Plusieurs sources extrêmement faibles pourraient intervenir.

CONCENTRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT

L'un des aspects remarquables de la base de données sur les PCDD/PCDF dans l'environnement est l'existence des nombreuses analyses effectuées du fait d'incidents précis comportant une source de contamination bien connue : accidents industriels, élimination des déchets, etc. Toutefois, comme dans le cas des études sur les aliments, les essais de mesure de concentrations dans l'environnement en général sont peu nombreux. Les données dont on dispose indiquent que les organismes au bout des chaînes alimentaires aquatiques accusent les concentrations les plus élevées, ce qui est également vrai pour la plupart des autres organochlorés comme les BPC. Chez les oiseaux pêcheurs du Canada et les mammifères de l'Arctique éloignés des sources ponctuelles,

on trouve des concentrations de 2 à 40 x 10^{-12} de TCDD et d'octa-CDD dans la graisse et dans le foie, mais en général aucun autre PCDD ou PCDF. Plusieurs colonies de grands hérons en Colombie-Britannique présentent un type unique de contamination par les PCDD, où la concentration d'hexa-CDD dépasse celle de penta-CDD qui dépasse celle de TCDD. Ce résultat peut être lié à l'utilisation intensive des chlorophénols dans ces régions.

Les Grands Lacs ont été plus étudiés que tout autre environnement à grande échelle dans le monde, en ce qui concerne la contamination par les PCDD. Cette région constitue un univers complet de contaminations par les PCDD en raison de la variété des sources, qui sont essentiellement atmosphériques dans le lac Supérieur et plutôt urbaines/industrielles dans les lacs de l'Est. Les particules atmosphériques et les sédiments du bassin présentent une contamination par les PCDD/PCDF compatible avec les sources de combustion. Il faudra cependant intensifier les analyses d'isomères pour permettre une interprétation sûre. En utilisant des carottes de sédiments datées, on constate que les concentrations de PCDD et de PCDF ont crû très vite à peu près à l'époque où la fabrication des composés organochlorés s'est intensifiée, dans les années 1930 et 1940. Les concentrations actuelles (surtout d'hepta- et d'octa-CDD et de CDF) dans les sédiments se situent entre 500 et 2 000 x 10^{-12} (poids sec). On n'a pas détecté de TCDD ni dans les sédiments ni dans l'eau des Grands Lacs, sauf dans les sédiments du lac Ontario. Toutefois, on a

trouvé des concentrations de TCDD de l'ordre de 10^{-9} à 10^{-12} dans les sédiments des ruisseaux, des égouts pluviaux et des rivières qui se jettent dans la rivière Niagara et dans la baie Saginaw (Lac Huron).

Sauf dans les régions où les sources sont surtout ponctuelles, on trouve chez les poissons des Grands Lacs essentiellement du 2,3,7,8-tétra-CDF et du 2,3,4,7,8-penta-CDF, à des concentrations inférieures à 50×10^{-12}. Les PCDD et PCDF fortement chlorés et non toxiques ne s'accumulent pas dans les poissons. Les concentrations de TCDD mesurées récemment dans les poissons se situent en général au-dessous des limites de détection (de 1 à 5×10^{-12}) dans toutes les régions, sauf dans la baie Saginaw, la rivière Tittabawassee (qui se jette dans la baie Saginaw), le lac Ontario et la région de la rivière Niagara. Les concentrations de TCDD sont inférieures à 10×10^{-12} pour les petits poissons (gaspareaux, éperlans) et à 30×10^{-12} pour les gros (saumons, truites) dans le lac Ontario. Une tortue du cours supérieur du St-Laurent, la chélydre serpentine, accumule dans ses graisses des concentrations de 200 à 500×10^{-12} de TCDD et des concentrations moindres d'autres PCDD et de PCDF, dont la source est probablement le lac Ontario. Les anguilles du St-Laurent présentent des concentrations de 15 à 30×10^{-12} de TCDD, alors que celles de la rivière Richelieu ne présentent aucune concentration mesurable.

C'est l'analyse des oeufs de goéland argenté qui a permis le mieux de définir la répartition géographique et temporelle des PCDD dans les Grands Lacs. En 1986, les concentrations de fond mesurées pour le TCDD, le penta-CDD, l'hexa-CDD et le penta-CDF, étaient de 10 à 30 x 10^{-12} dans les oeufs du lac Supérieur, du lac Michigan, du lac Huron et du lac Érie. Les concentrations de tous les PCDD atteignaient trois à quatre fois les concentrations de fond pour les oeufs de la baie Saginaw et celles de TCDD, deux à trois fois la concentration de fond pour les oeufs du lac Ontario. Dans ces régions, les sources sont donc de type ponctuel. L'évolution à long terme des concentrations de TCDD dans les oeufs de goéland provenant du lac Ontario montre une diminution exponentielle depuis 1971, avec une demi-vie d'environ trois ans. Les concentrations actuelles se situent à environ 3 % de celles de 1971. Les concentrations des autres PCDD et des PCDF ont également diminué, jusqu'à 16 % de ce qu'elles étaient en 1971. Il n'y a aucun signe d'augmentation récente soutenue des concentrations de PCDD ou de PCDF dans les oeufs de goéland, quelle que soit la région des Grands Lacs considérée.

Un domaine prometteur pour la surveillance future de l'environnement est l'utilisation des hépatopancréas de crustacés comme tissus de contrôle biologique. Une analyse par le Service canadien de la faune d'hépatopancréas de crabes provenant de régions proches de Vancouver (Colombie-Britannique) a révélé un type complexe de contamination par les PCDD et PCDF, en particulier

par plusieurs isomères sans chlore aux positions 2,3,7,8. Les crabes concentrent les PCDD et les PCDF de façon beaucoup moins sélective que les poissons. Ils permettent donc de mieux identifier les sources de contamination.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

4e SÉANCE. LES SOURCES DE DIOXINES - LA COMBUSTION

D.J. Hay
Chef
Division des activités urbaines
Direction des programmes industriels
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E7

En 1978, la Dow Chemical Company a émis l'hypothèse que des PCDD étaient produits durant pratiquement toutes les combustions. Cette hypothèse controversée a déclenché de nombreuses études en micro-analyse. On a décelé des PCDD dans les produits de la combustion du bois, des traitements thermiques de récupération des métaux et de l'incinération des boues d'épuration, des déchets solides municipaux, des déchets industriels et des déchets des hôpitaux et des établissements biomédicaux, ainsi que dans les échappements de véhicules automobiles et dans la fumée de cigarette. L'apport relatif de ces différentes sources a fait l'objet d'estimations en certains endroits, mais reste essentiellement inconnu. Le tableau ci-après, tiré d'une publication d'Environnement Canada, indique certaines de ces sources et leur contribution estimative au Canada.

Tableau 1

Rejets estimatifs de PCDD dans l'environnement par des sources de combustion

Source	Rejet g/an
Incinérateurs municipaux	250 - 13 700
Incinérateurs de boues d'épuration	1 400 - 3 300
Chaudières à charbon des centrales	300
Bois de chauffage	800
Huile de chauffage résidentiel	1
Gaz de chauffage résidentiel	900
Traverses de chemin de fer	6 000
Incendies de forêts	58 700
Fumée de cigarette	2 404
Échappements des véhicules automobiles	200
Incinérateurs d'établissements biomédicaux	50 - 80

Tableau 2

Niveau 4 - Rejets de PCDD

Source	PCDD ug/dscm	PCDD ug/h
Cubilot secondaire d'une fonderie de cuivre	11 900	283 000
Chaudière à bois chargée de sel	195	4 190
Incinérateur de déchets solides industriels	625	1 810
Incinérateur de boues d'épuration	53	780
Chaudière à liqueur noire	3	667
Incinérateur de récupération de conducteurs (conducteurs et transformateurs)	692	522
Chaudière à liqueur noire	1,2	230
Chaudière à liqueur noire	0,7	146
Incinérateur de récupération de conducteurs (conducteurs seulement)	168	113
Incinérateur de boues d'épuration	20	40
Four de régénération du carbone	4	32
Incinérateur à récupération de fûts et de barils	5	24
Incinérateur de boues d'épuration	2	12

Les travaux terminés récemment par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) dans le cadre du Niveau 4 de l'étude nationale sur les dioxines ont permis d'élargir quelque peu cette base de données, comme le montre le tableau 2.

Selon la nature du combustible et la composition des mélanges incinérés, la formation de PCDD et de PCDF à partir de précurseurs chimiquement apparentés requiert la réalisation des trois conditions suivantes :

- apport d'atomes de chlore
- aromatisation des précurseurs non aromatiques
- apport d'atomes d'oxygènes

Selon les expériences actuelles, on ne sait pas jusqu'à présent dans quel ordre ces conditions sont remplies. L'un des sujets controversés concerne l'origine du chlore qui intervient dans ces mécanismes, étant donné que les matières synthétiques comme le PVC, d'une part, et le chlore inorganique naturel, d'autre part, constituent des sources de chlore suffisantes. Il faudra poursuivre les recherches pour élucider le mécanisme de la formation des PCDD/PCDF, afin de pouvoir éviter ou réduire la formation de ces composés. Il est également extrêmement important de savoir si la formation des PCDD/PCDF a lieu essentiellement en phase gazeuse ou requiert des surfaces catalytiques.

Revenons-en au tableau 1 et aux échappements des véhicules automobiles. Les travaux effectués récemment par Marklund en Suède montrent l'importance qu'il y a de comprendre les mécanismes de formation et de destruction de ces composés. Au cours de ses expériences, Marklund a étudié les gaz d'échappement de deux véhicules automobiles.

Le premier véhicule était équipé d'un réacteur catalytique utilisant de l'essence non éthylée sans épurateur halogéné. Le deuxième ne comportait pas de réacteur catalytique et utilisait de l'essence à 0,15 g/l de tétraéthyle de plomb et un épurateur au dichloroéthane (0,1 g/l). Les deux moteurs étaient en bon état et au point. On n'a trouvé ni PCDD ni PCDF dans les gaz d'échappement du véhicule utilisant de l'essence non éthylée. Par contre, on a trouvé en moyenne de 30 à 54 pg/km d'équivalents TCDD (méthode Eadon) dans les gaz d'échappement du véhicule utilisant de l'essence éthylée. On suppose que l'épurateur chloré a servi de précurseur aux PCDD/PCDF formés. On a estimé que les voitures de cette catégorie rejetaient en Suède entre 10 et 100 g/an d'équivalents TCDD (méthode Eadon). Ces résultats constituent une raison supplémentaire d'adopter des carburants non éthylés et de poursuivre la recherche sur les additifs de remplacement. Rappe estime que cette quantité de PCDD/PCDF équivaut à celle rejetée par 2 à 20 incinérateurs de déchets solides municipaux.

En ce qui concerne l'incinération des déchets solides municipaux, Environnement Canada a apporté une contribution notable à l'explication de l'origine des rejets de PCDD par cette source grâce au programme d'essai et d'évaluation national des incinérateurs (PEENI). Avec le PEENI, Environnement Canada s'efforce d'établir les possibilités et les limites des techniques de combustion et de contrôle des rejets pour minimiser ou même éliminer les rejets de PCDD/PCDF dans l'environnement.

Aux installations de production d'énergie à partir des déchets de Parkdale (Île-du-Prince-Édouard), on a montré qu'il était possible d'optimiser les conditions de combustion d'un incinérateur modulaire à deux étages de façon à minimiser les rejets de PCDD/PCDF (figure 1)*.

On y a en outre démontré que, même si le contrôle de la combustion était un facteur important, certains mécanismes intervenaient après la combustion pour produire des PCDD dans les rejets (figure 2). Si pratiquement aucun PCDD ne se formait au cours de la combustion, par contre certains précurseurs donnaient naissance à des PCDD au moment où les gaz se refroidissaient en traversant la chaudière. Ce résultat souligne la nécessité de limiter les précurseurs possibles durant la combustion et l'importance d'un système de dépollution finale des rejets.

En collaboration avec Flakt Canada, Environnement Canada a fait une évaluation soigneuse des procédés de pointe en matière de dépollution des rejets et a réussi à montrer qu'il était possible d'éliminer pratiquement tous les PCDD du courant gazeux. Parmi les procédés étudiés, se trouvaient deux configurations de lavage par la chaux suivis d'un filtre en tissu. La figure 3 montre l'efficacité de cette technologie à éliminer les PCDD.

* Les figures se trouvent à la fin de ce document.

Environnement Canada a procédé en tout à 12 essais sur cet équipement et n'a détecté de PCDD (en quantités approchant la limite de détection) que quatre fois. Les essais à grande échelle effectués ultérieurement en Suède ont conformé ce résultat.

Les travaux les plus récents dans le cadre du PEENI concernaient des installations ultramodernes d'incinération de masse à Québec. Ces essais, dont l'évaluation n'est pas terminée, ont confirmé l'importance de la conception soigneuse du procédé d'incinération et d'une exploitation correcte.

La figure 4 montre les améliorations obtenues dans les rejets avec un système moderne bien conçu et exploité, par rapport à des systèmes plus anciens.

Ces travaux confirment qu'il est possible de concevoir et de maîtriser des procédés d'incinération capables de minimiser ou d'éliminer les rejets de PCDD dans l'environnement.

Figure 1

Contaminant	Concentration dans la cheminée (12 % de CO_2) à sec			
	Cycle normal	Cycle long	Haute température	Basse température
TSP (mg/Nm^3)	208	230	247	167
HCl (mg/Nm^3)	1 085 *	1 070	1 165	950
PCDD (ng/Nm^3)	107	107	62	123
PCDF (ng/Nm^3)	143	156	95	98
BPC (ng/Nm^3)	801	58	0	126 *
PAH (ng/Nm^3)	7 005	8 010	6 653	12 490 *
Chlorophénol (ng/Nm^3)	4 346	3 773	2 706	6 591 *
Chlorobenzène (ng/Nm^3)	4 321	3 161	3 968	4 884 *
Cadmium (mg/Nm^3)	0,9	0,8	0,8	0,6
Plomb (mg/Nm^3)	13,5	15,2	15,2	8,4
Chrome (mg/Nm^3)	0,04	0,03	0,1	0,03
Nickel (mg/Nm^3)	0,2	0,3	0,5	0,5
Mercure (mg/Nm^3)	0,7	0,5	0,9	0,5
Antimoine (mg/Nm^3)	0,6	2,6	0,5	0,5

* Une seule valeur non nulle (deux mesures se trouvaient en dessous de la limite de détection).

Figure 2

CONCENTRATIONS OF ORGANIC COMPOUNDS AT BOILER INLET IN COMPARISON TO STACK

	Concentration (ng/Nm^3 à 12 % de CO_2)					
	Cycle Long		Haute température		Basse température	
Contaminant	Entrée chaudière	Cheminée	Entrée chaudière	Cheminée	Entrée chaudière	Cheminée
PCDD	0	107	1	62	14	123
PCDF	0	156	0	95	10	98
BPC	11*	58	8*	0	61	126**
PAH	10 475	8 010	12 226	6 653	29 481	12 490**
Chlorophénol	486	3 773	479	2 706	2 941	6 591**
Chlorobenzène	6 595	3 161	4 895	3 968	8 906	4 884**

** Moyenne de deux essais seulement.

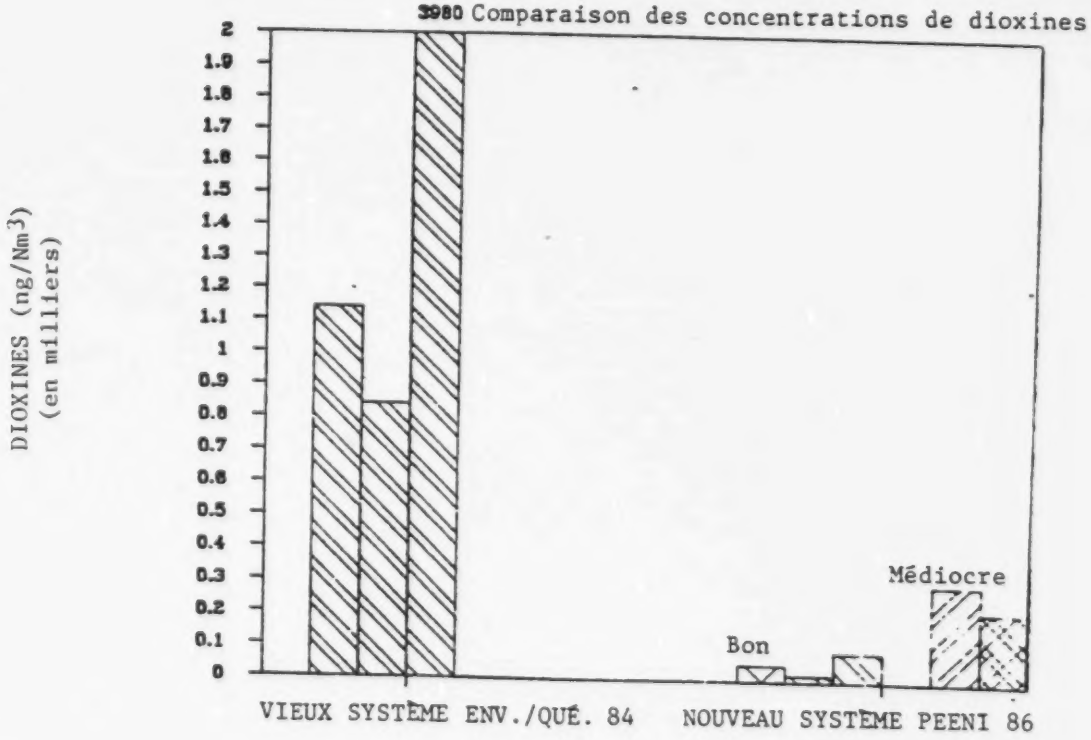
Tableau 3 -

CONCENTRATIONS DE PCDD ET DE PCDF DANS LES GAZ
DE CHEMINÉE ET RENDEMENT D'ÉLIMINATION

Condition d'exploitation	Système sec								Système humide-sec			
	110°C		125°C		140°C		200°C		140°C		140°C ♦	
	PCDD	/ PCDF	PCDD	/ PCDF	PCDD	/ PCDF	PCDD	/ PCDF	PCDD	/ PCDF	PCDD	/ PCDF
Entrée (ng/Nm3)	580	300	1400	940	1300	1000	1030	560	1100	660	1300	850
Mi-chemin (ng/Nm3)	310	270	570	440	540	630	1140	490	840	690	1270	1030
Sortie (ng/Nm3)	0.2	2.3	ND	ND	ND	1.0	6.1	1.2	ND	ND	0.4	0.9
Rendement (%)												
- entrée/mi-chemin	47	11	60	54	57	37	(11)	13	24	-4	2	-21
- global	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.4	99.8	99.9	99.9	99.9	99.9

Tableau 4

TECHNIQUE DE COMBUSTION DE MASSE



CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

5e SÉANCE. LES SOURCES DE DIOXINES - LES PESTICIDES

L. McClelland
Directeur
Évaluation antimicrobienne
Direction des pesticides
Agriculture Canada
960 avenue Carling
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6

Avec l'importance toxicologique croissante prise par les dioxines au cours des années 1970, Agriculture Canada a élaboré un plan pour étudier l'ampleur du problème du point de vue des ingrédients actifs techniques des pesticides.

Le ministère s'est d'abord efforcé de se doter des moyens analytiques et de déterminer quels pesticides pouvaient contenir des dioxines. Cette première étape a été suivie d'un programme planifié d'échantillonnage et d'analyse pour établir avec précision quels étaient ceux des pesticides qui contenaient des dioxines et quelles étaient ces dioxines et leur concentration. En se basant sur l'autorité conférée par la Loi sur les produits antiparasitaires, le ministère a adopté des normes réglementaires et des conditions d'homologation limitant la teneur en dioxines dans certains produits spécifiés. Ces mesures se sont accompagnées de programmes de surveillance exhaustive sur le terrain, pour assurer la conformité aux normes.

Parallèlement au programme d'analyse, la Direction des pesticides a procédé à une réévaluation officielle de certains pesticides très utilisés contenant des dioxines, par exemple le 2,4-D, le MPCA et le pentachlorophénol.

Le ministère a élaboré de nouvelles méthodes pour établir les priorités concernant les pesticides à usage plus restreint qui pourraient contenir des dioxines. Ces méthodes serviront plus tard à orienter les efforts dans ce domaine.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

6e SÉANCE. LES EFFLUENTS ET LES DÉCHETS INDUSTRIELS ET MUNICIPAUX COMME SOURCES DE PCDD ET DE PCDF

M.G. Brooksbank
Coordonnateur des questions
Bureau de l'environnement des Grands Lacs
Région de l'Ontario
Environnement Canada
25, avenue St. Clair est
Toronto (Ontario)
M4T 1M2

Les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF) sont les sous-produits accidentels de la fabrication commerciale des chlorophénols. En outre, on a montré que les combustions produisaient aussi la plupart des PCDD et des PCDF. Du fait de l'utilisation généralisée des chlorophénols dans les pesticides, les produits pharmaceutiques et les formulations chimiques comme les BPC, et de très nombreuses combustions naturelles, industrielles, etc., les PCDD et les PCDF se retrouvent partout dans l'environnement.

Au début des recherches sur les concentrations et les dangers des PCDD et des PCDF dans l'environnement, on a imposé des contrôles sur la fabrication et l'utilisation des différents chlorophénols et des normes de contamination des produits commerciaux par les PCDD et les PCDF. On s'est également efforcé d'évaluer l'importance relative des différentes sources de PCDD et de PCDF dans l'environnement.

Le PCDD le plus persistant et le plus toxique, le 2,3,7,8-TCDD, est relativement répandu dans l'environnement, particulièrement aux niveaux trophiques supérieurs. Cependant les concentrations notablement élevées sont dans la plupart des cas associées aux pratiques antérieures de production du 2,4,5-trichlorophénol (2,4,5-TCP) et de ses dérivés et aux méthodes d'élimination des déchets. S'il n'a pas été fabriqué au Canada, le 2,4,5-TCP l'a été cependant près de la rivière Niagara pendant près de trois décennies. Les déchets de fabrication ont été placés en un certain nombre de décharges le long de la frontière du Niagara, en particulier à Love Canal. Certaines de ces décharges sont maintenant à l'origine d'une contamination transfrontalière de la rivière Niagara et du lac Ontario, en aval, par le 2,3,7,8-TCDD. Certaines mesures correctrices sont en cours d'exécution ou de planification, et on a lancé une importante étude du lac Ontario pour déterminer la relation entre les concentrations de PCDD dans les sédiments et les poissons contaminés et pour guider les mesures de nettoyage.

D'autres procédés industriels au Canada sont responsables de la contamination par les PCDD et les PCDF. L'herbicide acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique (2,4,5-T) est formulé à partir du 2,4,5-TCP et on a montré qu'il contenait des traces de 2,3,7,8-TCDD. Cet herbicide était produit dans des usines du Canada et les enquêtes jusqu'à présent montrent une contamination limitée par les PCDD et les PCDF des sols et des eaux souterraines

due à l'élimination des déchets sur les lieux de production. On n'a constaté aucune contamination de l'environnement extérieur par le 2,3,7,8-TCDD. Les études se poursuivent.

La matière goudronneuse découverte sur le fond de la rivière St. Clair a été reliée à l'industrie pétrochimique de Sarnia. Cette matière contient une variété de substances chimiques, en particulier des PCDD et des PCDF. Les formes tétrachlorées et octachlorées des PCDD et des PCDF dominent, mais on n'y a trouvé ni 2,3,7,8-TCDD ni 2,3,7,8-TCDF.

Le pentachlorophénol, qui contient des PCDD et des PCDF fortement chlorés, a été utilisé largement par l'industrie de la préservation du bois. On a montré au Canada une contamination des effluents et des sols et sédiments adjacents aux installations. Outre les améliorations de la qualité des produits du pentachlorophénol et la gestion des déchets dans ces usines, on pourrait être obligé d'imposer un nettoyage du terrain et un traitement plus poussé des effluents.

On procède actuellement tant au Canada qu'aux États-Unis à des enquêtes dans les usines de pâtes et papiers pour déterminer l'ampleur et l'origine de la contamination par les PCDD et PCDF due à cette industrie. Lors d'une étude de huit usines en Ontario, on a découvert des tétra, hepta et octadioxines ainsi que des tétra et octafurannes dans des échantillons de boues; par contre, on n'y a pas trouvé de 2,3,7,8-TCDD, bien qu'on en ait trouvé auparavant dans les boues d'une autre usine.

On a décelé des traces de PCDF dans des mélanges commerciaux de BPC. L'utilisation généralisée des BPC et les pertes expliquent sans aucun doute les concentrations de PCDF mesurées dans l'environnement. Les données actuelles ne permettent pas cependant de déterminer l'importance relative des BPC comme sources de PCDF.

Étant donné la présence généralisée des PCDD et des PCDF dans l'environnement, il n'est guère surprenant d'en trouver aussi dans les eaux usées. Les traces mesurées dans les eaux usées semblent se concentrer dans les boues. Les concentrations et les formes signalées varient énormément et dépendent probablement de la nature des utilisateurs domestiques et industriels des systèmes d'égout. On pense également que la contamination par les PCDD des boues d'épuration est antérieure à la période de production et d'utilisation intensives des chlorophénols et pourrait provenir de la chloration de produits phénoliques naturels.

Bien que la contamination de l'environnement par les PCDD et les PCDF soit généralisée, les concentrations de ces substances peuvent être extrêmement variables localement en raison d'une multitude de facteurs, dont nous avons mentionné quelques-uns.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

7e SÉANCE. ÉPIDÉMIOLOGIE/TOXICOLOGIE

A.P. Gilman
Chef intérimaire
Section des produits chimiques industriels
et autres substances dangereuses
Direction de l'hygiène du milieu
Direction générale de la protection de la santé
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

Les polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF) constituent deux familles chimiques apparentées, constituées respectivement de 75 et de 135 membres. Ceux-ci présentent toujours en mélange, quel que soit le milieu où on les détecte. Leur toxicité peut varier énormément, ce qui complique singulièrement l'évaluation de l'exposition à des mélanges de PCDD et de PCDF.

La première phase de l'évaluation des risques pour la santé consiste à examiner les données toxicologiques obtenues lors des études sur les animaux ou des enquêtes épidémiologiques. Plusieurs PCDD et PCDF, en particulier ceux qui sont chlorés aux positions 2, 3, 7 et 8, sont extrêmement toxiques, que l'exposition soit courte (aiguë) ou longue (chronique). Les expositions courtes de cobayes de laboratoire à des quantités inférieures à 1 mg/kg de 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine aboutissent à la mort dans les

3 à 4 semaines. Malgré la variabilité des doses létales selon les espèces (de 1 à 5 000 ug/kg), c'est le 3,2,7,8-T_4CDD qui est, de loin, le plus toxique de toutes les substances synthétiques testées.

Conformément aux prévisions d'activités basées sur la structure, les substances qui sont ensuite les plus toxiques sont les 1,2,3,7,8-pentachlorodibenzo-p-dioxines et les hexachlorodibenzo-p-dioxines ayant des atomes de chlore aux positions 2,3, 7 et 8. L'octachlorodibenzo-p-dioxine est beaucoup moins toxique (environ 10 000 fois moins) que le 2,3,7,8-T_4CDD. Les PCDF ne sont que marginalement moins toxiques que leurs homologues PCDD. L'exposition aiguë et l'exposition chronique d'animaux de laboratoire aux PCDD et PCDF les plus toxiques provoquent les symptômes suivants : perte de poids (syndrome de dépérissement), troubles cutanés (chloracné, chute des poils, pigmentation et épaississement de la peau), altération des défenses immunitaires, troubles hépatiques (dysfonctionnement, hypertrophie du foie), perturbations hémodynamiques, troubles de la reproduction (y compris malformations chez les descendants), induction enzymatique, production de tumeurs bénignes et malignes.

L'exposition chronique de rongeurs à de faibles concentrations de 2,3,7,8-T^4CDD (0,001 à 0,3 ug/kg/jour) provoque une augmentation de la fréquence de plusieurs types de tumeurs, en particulier de cancers du foie. On a aussi constaté qu'un mélange de deux hexachlorodibenzo-p-dioxines était cancérogène pour les

rongeurs. Le mécanisme aboutissant à la formation de la tumeur n'est pas clair. Toutefois, ces PCDD ne semblent pas avoir d'effet direct sur le matériel génétique des cellules, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas des mutagènes directs.

Certaines personnes ont été exposées à des mélanges de PCDD et de PCDF en concentrations relativement élevées sur les lieux de travail (c'est-à-dire, des installations de fabrication et d'utilisation des pesticides ou des produits de protection du bois à base de chlorophénol, des BPC, etc.) et à l'occasion de déversements intentionnels ou accidentels de substances contaminées. On a signalé des perturbations de la reproduction, des malformations congénitales et une augmentation du taux de cancers à la suite de l'explosion d'un réacteur de production de pesticide à Seveso en Italie, de l'exposition à l'Agent Orange au Vietnam et de l'utilisation du 2,4,5-T dans certaines parties des États-Unis. Ces effets ne sont pas confirmés pour le moment. La multiplicité des facteurs en cause et, dans certains cas, le petit nombre des personnes exposées empêchent toute interprétation scientifique valable de ces cas.

Plus de 800 travailleurs ont été exposés à des dioxines lors d'accidents industriels. Chez beaucoup d'entre eux, on a noté l'apparition de chloracné et certains troubles neurologiques (qui disparaissent au bout de quelques années). En raison de la période de latence longue caractéristique des cancers, il est difficile de tirer des conclusions absolues sur les effets cancérogènes des PCDD

et des PCDF chez l'homme. Le premier cas bien documenté d'exposition d'ouvriers remonte à 1949. Lors de cet accident, 250 ouvriers ont été exposés à des dioxines, et on a noté 122 cas de chloracné. On a enregistré jusqu'à présent 32 décès, au lieu de 46,4 décès que l'on avait projetés pour ce groupe, sans augmentation apparente des décès dus à des néoplasmes malins. À l'occasion d'autres études, on a signalé une augmentation des cas de sarcome des tissus mous (3 cas sur 105 ouvriers, soit 2,86 % au lieu de 0,07 % pour la population en général). Ces études ne permettent pas de confirmer ni d'infirmer le caractère cancérogène des PCDD ou des PCDF pour l'homme.

Le plus préoccupant, c'est l'exposition continue ou intermittente à de faibles concentrations de PCDD et de PCDF et la possibilité que les plus toxiques d'entre eux aient un effet néfaste pour la reproduction et se révèlent cancérogènes. L'étude des données disponibles sur les effets de l'exposition de l'homme et des animaux aboutit à la conclusion qu'il faut limiter le plus possible l'exposition de la population au 2,3,7,8-T_4CDD et qu'il ne faut pas dépasser 2 à 10 picogrammes (pg) par kg et par jour.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT

COLLOQUE SUR LES DIOXINES
LES 7 ET 8 MAI 1987
AU CHÂTEAU FRONTENAC (QUÉBEC)

8e SÉANCE. EXAMEN DE LA RÉGLEMENTATION

Brendan C. Birmingham
Direction de la coordination des normes
sur les polluants dangereux
Ministère de l'Environnement de l'Ontario
135, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1P5

L'adoption de normes environnementales est destinée avant tout à protéger la santé des Canadiens et leur environnement contre les effets néfastes des polluants dangereux. L'élaboration de ces normes nécessite une évaluation du risque pour la santé publique et des effets potentiellement néfastes sur d'autres organismes de l'écosystème canadien de la présence, par exemple, de polychorodibenzo-p-dioxines et de polychlorodibenzofurannes (PCDD/PCDF) dans l'environnement.

La réglementation de l'exposition aux substances chimiques est un problème complexe, étant donné qu'une fois libérées, ces substances se distribuent entre les grands compartiments de l'environnement, c'est-à-dire l'air, l'eau et le sol, selon leurs propriétés physiques et chimiques. Une norme environnementale doit donc faire intervenir tous les compartiments de l'environnement, tous les itinéraires possibles d'exposition humaine et tous les mécanismes d'accumulation affectant les

organismes de l'écosystème canadien. C'est un processus complexe du fait qu'il faut tenir compte de plusieurs milieux.

Quand on évalue le risque pour la santé environnementale posé parles PCDD et PCDF, on cherche à déterminer la concentration ambiante ou la quantité maximale admissible absorbée par jour qui, dans le cadre d'une exposition de toute la vie, constitue une dose non toxique. Cette méthode nécessite l'évaluation des risques pour la santé humaine et environnementale dus à la présence de ces substances.

L'évaluation de risque et les décisions de réglementation qui en résultent doivent reposer sur des données fiables bien vérifiées. La toxicité (et le risque) étant liée à la dose, les données doivent indiquer la dose ou la concentration environnementale maximale au-delà de laquelle on obtient des effets nocifs.

On base également l'évaluation de risque sur d'autres preuves éventuellement liées aux propriétés physiques et chimiques de la substance, sur sa structure chimique et sur son activité biologique.

Pour évaluer le risque pour la santé environnementale posé par les PCDD et PCDF, il est nécessaire de connaître à la fois le niveau d'exposition environnementale (évaluation de l'exposition) et les effets correspondants pour la santé environnementale (évaluation toxicologique).

L'essentiel de nos connaissances en matière de toxicologie des PCDD et PCDF repose sur des études d'effets de dose et de durée sur les animaux et sur des études de la génotoxicité à court terme du tétrachlorodibenzo-p-dioxine (2,3,7,8-TCDD). Les connaissances toxicologiques sur les autres PCDD et PCDF sont plutôt fragmentaires.

L'évaluation de l'exposition est une analyse complexe et multidisciplinaire destinée à décrire le contact entre la substance polluante et un ou plusieurs individus de la population.

Une exposition normale concerne des mélanges de PCDD et PCDF qui ne sont pas aussi toxiques que s'il s'agissait uniquement de 2,3,7,8-TCDD. Pour obtenir des estimations plus réalistes de la toxicité, on calcule donc l'exposition en se basant sur la méthode de la toxicité équivalente.

On utilise également pour les évaluations d'exposition des données sur la présence et la concentration du polluant dans les tissus des organismes.

Nous examinerons enfin les normes ou directives environnementales élaborées par le Canada et d'autres autorités.

APPENDICE II

LISTE DES PARTICIPANTS

APPENDICE II

PARTICIPANTS AU COLLOQUE SUR LES DIOXINES DU CCMRE

M. C. Anctil
Directeur
Substances dangereuses
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Monsieur A. Bernier
Chef, Division des contaminants de l'environnement
Conservation et protection, Québec
Environnement Canada
1179, rue Bleury, 2e étage
Montréal (Québec)
H3B 3H9

Dr B. Birmingham
Coordinateur des normes
Direction de la coordination des normes sur les polluants dangereux
Ministère de l'Environnement
7e étage, 40, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1M2

Dr M. J. Boddington
Directeur, biotechnologie
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A OH3

Monsieur M. Brooksbank
Coordonnateur des questions
Bureau de l'environnement des Grands Lacs
Région de l'Ontario
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A OH3

M. K.W. Brown
Chef
Section des substances dangereuses
Direction des services environnementaux
Ministère des Affaires municipales et de l'Environnement
C.P. 6000
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 5H1

M. Raynald Brulotte
Chef, division des études
Assainissement de l'air
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Voy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

M. P. Complin
Superviseur
Sous-section des techniques de lutte et de processus
Direction des ressources aériennes
Ministère de l'Environnement
4e étage, 880, rue Bay
Toronto (Ontario)
M5S 1Z8

Monsieur A.J. Crouse
Directeur, Évalutation environnementale
Ministère de l'Environnement
C.P. 2107
Halifax (Nouvelle-Écosse)
B3J 3B7

M. Richard Duquette
Direction régionale
Section ouest
Ministère de l'Environnement
5199, rue Sherbrooke est
Montréal (Québec)
H1T 3X9

Dr N. Dy
Chimiste, division des études
Assainissement de l'air
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

Monsieur R. Edmunds
Chimiste
Programme de gestion des déchets dangereux
Ministère de l'Environnement et de la Santé et
sécurité au travail du Manitoba
Bâtiment 2, 139 Tuxedo Avenue
Winnipeg (Manitoba)
R3N 0H6

M.A. Fouquet
Chimiste
Service des laboratoires
Ministère de l'Environnement
850, boulevard Vanier
Laval (Québec)
H7C 2M7

Monsieur J.-P. Gauthier
Sous-ministre adjoint
Gestion et assainissement atmosphériques et terrestres
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Monsieur J.W. Giles
Sous-ministre adjoint
Ministère de l'Environnement
135, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1P5

Dr A. Gilman
Chef,
Section des produits chimiques industriels et autres substances dangereuses
Direction de l'hygiène du milieu
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

Mme S. Godin
Agente des déchets dangereux
Direction du contrôle de la pollution
Ministère des Affaires municipales et de l'Environnement
C.P. 6000
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 5H1

Monsieur R.M. Gotts
Directeur
Direction de la gestion des déchets
Ministère de l'Environnement
5e étage, 40, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1M2

Mme L. Goulet
Sous ministre adjoint
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur M. Goulet
Directeur de la recherche
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Dr D.L. Grant
Chef
Section des produits chimiques alimentaires
Division de l'évaluation toxicologique
Direction des aliments
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

Dr C. Greensmith
Agent médical de la santé
Ministère de la Santé du Manitoba
831, avenue Portage
Winnipeg (Manitoba)
R2C 3A8

Monsieur D.J. Hay
Chef
Division des activités urbaines
Direction des programmes industriels
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

M. P.M. Higgins
Directeur général
Protection de l'environnement
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Dr L. Hulett
Directeur
Division du génie environnemental industriel
Ministère de l'Environnement
C.P. 4750
St-Jean (Terre-Neuve)
A1C 5T7

M. D.C. Hynick
Chef,
Planification de la gestion des déchets
Division de l'évaluation environnementale
Ministère de l'Environnement
C.P. 2107
Halifax (Nouvelle-Écosse)
B3J 3B7

M. D.G. Jeans
Sous ministre adjoint
Ministère de l'Environnement
C.P. 4750
St-Jean (Terre-Neuve)
A1C 5T7

Monsieur D.N. Jeffs
Directeur
Direction des politiques et de la planification
Ministère de l'Environnement
12e étage, 135, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1P5

Monsieur D. Kelley
Directeur
Direction de programmes industriels
Conservation et protection
Environnement Canada
K1A 0H3

Monsieur R. Kussat
Directeur, Rejets en mer et
Contrôle des contaminants
Conservation et protection
Environnement Canada
C.P. 1540, 15e étage
800, rue Burrard
Vancouver (Colombie-Britannique)
V6Z 2G7

Monsieur J. Lack
Directeur
Division des normes et approbations
Ministère de l'Environnement
4e étage, Place Oxbridge
9820 - 106e rue
Edmonton (Alberta)
T5K 2J6

Dr C. Lavallée
Ingénieur
Direction de l'assainissement industriel
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

M. Jean Lavergne
Chef
Division des opérations
Assainissement de l'air
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

Monsieur G. Lindsay
Conseiller régional
Direction de la gestion et des urgences
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur K. Marshall
Chef, Substances toxiques
Évaluation et contrôle
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur L. McClelland
Directeur
Évaluation antimicrobienne
Direction des pesticides
Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C5

Dr F. Messier
Chimiste en chef
Services des laboratoires
Ministère de l'Environnement
850, boulevard Vanier
Laval (Québec)
H7C 2M7

Dr R. Norstrom
Chef
Section de la chimie de l'environnement
Centre national de recherche sur la faune
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur C.B. Orcutt
Directeur
Services de contrôle environnementaux
Ministère de l'Environnement et de la Santé et sécurité au travail du Manitoba
Bâtiment 2, 139, Avenue Tuxedo
Winnipeg (Manitoba)
R3N 0H6

Dr G. Paulin
Directeur
Assainissement de l'air
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

Monsieur W. Peters
Directeur général
Communications
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur E. Piche
Directeur
Direction des ressources atmosphériques
Ministère de l'Environnement
4e étage, 880, rue Bay
Toronto (Ontario)
M5S 1Z8

Monsieur J.A. Ralston
Gestionnaire
Section des contaminants du milieu aquatique
Direction des ressources en eau
Ministère de l'Environnement
4e étage, 1, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1K6

Dr S. Ramamoorthy
Agent des normes
Centre environnemental de l'Alberta
Ministère de l'Environnement
Sac Postal 4000
Vegreville (Alberta)
T0B 4L0

M. René Robitaille
Direction générale des opérations, secteur est
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

Monsieur J.A. Roy
Directeur général
Milieu atmosphérique
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

D^r J.J. Ryan
Division de la recherche sur les aliments
Bureau d'innocuité des produits chimiques
Direction générale de la protection de la santé
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0L2

D^r R. Saint-Jean
Chimiste
Direction des substances dangereuses
Ministère de l'Environnement
3900, rue Marly
Sainte-Foy (Québec)
G1X 4E4

D^r B. Schiefer
Directeur
Centre de recherche en toxicologie
Université de Saskatchewan
Regina (Saskatchewan)

Monsieur V. Shantora
Directeur associé
Direction des programmes industriels
Conservation et protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Monsieur K. Shikaze
Directeur régional
EPS - Ontario
7^e étage, 25, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4T 1M2

M. D.R. Silliphant
Directeur
Direction du contrôle de la pollution
Ministère des Affaires municipales et de l'Environnement
C.P. 6000
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 5H1

Dr D. Smillie
Centre environnemental de l'Alberta
Ministère de l'Environnement
Sac Postal 4000
Vegreville (Alberta)
T0B 4L0

Monsieur L. Strachan, Ing.
Chef
Programme de contrôle environnemental
Services de contrôle environnemental
Ministère de l'Environnement et de la Santé et
sécurité au travail du Manitoba
Bâtiment 2, 139, Avenue Tuxedo
Winnipeg (Manitoba)
R3N 0H6

Dr A. Szakolcai
Spécialiste, polluants dangereux
Direction des ressources aériennes
Ministère de l'Environnement
4e étage, 880, rue Bay
Toronto (Ontario)
M5S 1Z8

M^me B. Thorpe
Superviseur
Sous-section des nouvelles substances
Direction de la coordination des normes sur les polluants dangereux
Ministère de l'Environnement
7^e étage, 40, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1M2

M^me H. Tosine
Gestionnaire
Services de laboratoire
Ministère de l'Environnement
C.P. 213
125, chemin Resources
Rexdale (Ontario)
M9W 5L1

M. Pierre Walsh
Division des études
Assainissement de l'air
Ministère de l'Environnement
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4H2

D^r J.E. Ward
Toxicologie
Direction de la gestion des déchets
Ministère de l'Environnement et des Parcs
810, rue Blanshard
Victoria (Colombie-Britannique)
V8V 1X5

D^r L. Whitby
Gestionnaire principal, produits chimiques dangereux
Groupe des priorités
Planification
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

M^me^ I. Wile
Directeur
Direction de la coordination des normes sur les polluants dangereux
Ministère de l'Environnement
7^e^ étage, 40, avenue St. Clair ouest
Toronto (Ontario)
M4V 1M2